



LIFE 10 NAT/IT/000239

ERADICATE INVASIVE LOUISIANA RED SWAMP AND PRESERVE NATIVE WHITE CLAWED CRAYFISH IN FRIULI VENEZIA GIULIA

ERADICAZIONE DEL GAMBERO ROSSO DELLA LOUISIANA E PROTEZIONE DEI GAMBERI DI FIUME DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

LA NEWSLETTER RARITY

Il primo anno di attività del Progetto RARITY si è concluso e tutte le azioni previste dal progetto sono state avviate e sono in corso di svolgimento.

Nell'ambito delle attività di rafforzamento della specie di gambero nativa, un primo obiettivo concreto è stato raggiunto lo scorso 20 settembre, quando si è proceduto al rilascio dei primi 400 esemplari giovanili di *Austropotamobius pallipes*, prodotti nell'impianto di riproduzione dell'Ente Tutela Pesca (ETP) a S. Vito al Tagliamento (Pordenone), presso l'area delle risorgive di Codroipo (Udine) (Fig. 1). Le operazioni di rilascio proseguiranno anche nel corso dei prossimi mesi fino al raggiungimento di circa 1500 esemplari liberati entro il 2012, a cui seguiranno altri 15000 nel 2013 ed altrettanti nel 2014.



Fig. 1 – Operazione di rilascio di esemplari di *A. pallipes* presso il Parco delle Risorgive di Codroipo (UD). Release of *A. pallipes* specimens in the Resurgence Park of Codroipo (UD).

Tra le altre attività in programma, è terminata la campagna di monitoraggio 2012 delle popolazioni di *A. pallipes* e *Procambarus clarkii* presenti nel territorio regionale del Friuli Venezia Giulia (FVG), affidata ai collaboratori volontari di ETP. In tutto sono state monitorate 216 stazioni e tale indagine verrà ripetuta nei prossimi due anni. L'analisi dei dati raccolti è tuttora in corso.

I partner associati dell'Università di Firenze (UNIFI) e Trieste (UNITS) hanno ultimato un'indagine bibliografica sui metodi di intervento utilizzati fino ad oggi per il controllo delle specie di gamberi alloctoni (NICS). Nel report prodotto "*Best practice per il controllo di NICS (Non-Indigenous Crayfish Species)*" sono riportati i vantaggi ed i limiti di ciascun tipo di tecnica utilizzata, nonché discusse le potenzialità di metodi innovativi ancora scarsamente sperimentati.

UNIFI, in collaborazione con ETP, ha sviluppato un "*Protocollo di risposta rapida in seguito a segnalazioni di presenza di P. clarkii*"

grazie al quale sarà possibile implementare un sistema di rapida individuazione e pronta risposta (anche indicato come Early Detection and Rapid Response - EDRR), utile per fronteggiare l'espansione dei gamberi invasivi lungo i corsi d'acqua del FVG.

Il gruppo UNIFI ha inoltre effettuato tutta una serie di ricerche prevalentemente di tipo bibliografico/on-line, che hanno previsto in alcuni casi anche l'utilizzo di altri strumenti quali questionari ed interviste, che ha portato alla pubblicazione di tre report:

- "*La vendita on-line di animali da acquariofilia: una via di introduzione per le specie alloctone in Italia*" finalizzato a migliorare la conoscenza sulle specie vendute e a valutare sia la facilità con cui possono essere commercializzate sia la possibilità che si verifichino nuove introduzioni di specie già considerate invasive a livello italiano;
- "*Driver of use e pathway: lista ragionata per Procambarus clarkii e altri NICS in Friuli Venezia Giulia*" finalizzato alla valutazione di quali siano i percorsi che descrivono le dinamiche d'introduzione di *P. clarkii* e delle altre specie di gamberi alloctoni. Queste valutazioni sono molto importanti per indirizzare al meglio sforzi di indagine, controllo, gestione e, non ultimi, sforzi legislativi, al fine di prevenire e contrastare la diffusione di NICS sul territorio regionale;
- "*Gli impatti di Procambarus clarkii in Friuli Venezia Giulia*" finalizzato a valutare quali siano le tipologie di impatto esercitate da *P. clarkii* sui sistemi idrici del Friuli Venezia Giulia.

La maggior parte dei report sarà a breve resa disponibile in versione pdf nella sezione "Download" del sito web di RARITY alla pagina <http://www.life-rarity.eu/pagine/download.htm>. Alcuni saranno oggetto di pubblicazione in riviste scientifiche.

UNITS ha effettuato un'analisi filogenetica in campioni di gamberi provenienti dall'intero territorio regionale, utilizzando il marcatore molecolare 16s, evidenziando la presenza di 2 sottospecie di *Austropotamobius italicus*: *A.i. carsicus* esclusivamente nel torrente Rosandra e sorprendentemente *A.i. meridionalis* nel resto dei siti analizzati. Quest'ultima sottospecie presenta una distribuzione ben più ampia rispetto a quella riportata in studi precedenti.

In questo quinto numero della newsletter vengono presentati tre articoli riguardanti i primi risultati ottenuti nell'ambito delle azioni di riproduzione e ripopolamento della specie di gambero nativa *A. pallipes* e in quelle di messa a punto di metodologie innovative per ottimizzare le catture del gambero alieno *P. clarkii*.

Ci auguriamo possano essere di vostro interesse. Buona lettura!!!

Chi volesse ricevere la newsletter regolarmente potrà farne richiesta seguendo la facile procedura disponibile alla pagina www.life-rarity.eu/pagine/newsletter.htm.



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



Elenco dei contenuti

- De Luise G., Zanetti M. (Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia) – Il ripopolamento della specie di gambero nativa *Austropotamobius pallipes* ed il suo allevamento negli impianti di San Vito al Tagliamento (PN) e di Amaro (UD).
- Aquiloni L., Mazza G., Inghilesi A.F., Duse M., Gherardi G. (Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze) – Comportamento sessuale in un contesto sociale nel gambero invasivo *Procambarus clarkii*: il ruolo della ricerca etologica per l'individuazione di efficaci tecniche di controllo.
- Piazza F. (Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste) – Le comunicazioni chimiche: il ruolo dei feromoni sessuali e il loro utilizzo nella lotta contro le specie invasive.

THE RARITY NEWSLETTER

The first year of RARITY project has ended and all project actions have been undertaken and are in progress.

In the framework of the activities aimed at strengthening the native species of crayfish, a first concrete goal was reached on 20 September 2012, when a release of the first 400 *Austropotamobius pallipes* juveniles in the resurgence area of Codroipo (Udine) has taken place (Fig.1). The individuals were produced within the Ente Tutela Pesca hatchery of San Vito al Tagliamento (Pordenone). The release operations will continue in the coming months up to reach about 1,500 individuals released in 2012, followed by 15,000 in 2013 and other 15,000 in 2014.

Among the other scheduled activities, the 2012 monitoring survey of *A. pallipes* and *Procambarus clarkii* populations in the region of Friuli-Venezia Giulia (FVG), performed by the ETP volunteer personnel, has been completed. A total of 216 stations were monitored and the survey will be repeated in the next two years. The analyses of the collected data are still in progress.

The associated partners University of Florence (UNIFI) and Trieste (UNITS) have completed a bibliographic survey on the methods used to control the Non-Indigenous Crayfish species (NICS). The report titled "*Best practice per il controllo di NICS (Non-Indigenous Crayfish Species)*" shows the advantages and limitations of each technique, and discusses the possible use of innovative methods.

UNIFI, in collaboration with ETP, has developed a report titled "*Protocollo di risposta rapida in seguito a segnalazioni di presenza di P. clarkii*", which will be used to implement a system of early detection and rapid response - EDRR, useful to cope with the spreading of the invasive crayfish along the FVG rivers.

UNIFI has also carried out a series of research (mainly bibliographic /on-line surveys but also using other tools such as questionnaires and interviews), which led to the publication of three reports:

- "*La vendita on-line di animali da acquariofilia: una via di introduzione per le specie alloctone in Italia*" is aimed at improving knowledge about the species sold in aquarium and pet shops and evaluating their possibility to be easily traded as well as the risk of the introductions of new invasive species;
- "*Driver of use and pathway: lista ragionata per Procambarus clarkii e altri NICS in Friuli Venezia Giulia*" is aimed at assessing the pathways describing the dynamics of entry of *P. clarkii* and of other NICS. These are important considerations to address the investigation, control, management and legislative efforts with the aim of preventing and contrasting the spread of NICS in the FVG region;
- "*Gli impatti di Procambarus clarkii in Friuli Venezia Giulia*" is aimed at assessing the types of impact due to the presence of *P. clarkii* in rivers of FVG region.

Most of the reports will be soon available in PDF format within the "Download" section of RARITY website [http://www.life-](http://www.life-rarity.eu)

[rarity.eu/pages/download_en.htm](http://www.life-rarity.eu/pages/download_en.htm). Some of them will be published in scientific peer reviewed journals.

UNITS has performed a phylogenetic analysis in crayfish samples from the whole FVG region, using the 16s molecular marker, revealing the presence of 2 subspecies of *Austropotamobius italicus*: *A.i. carsicus* in the Rosandra river and surprisingly *A.i. meridionalis* in the rest of the analyzed sites. This last subspecies showed a broader distribution compared to that reported in previous studies.

This fifth issue of the newsletter contains three articles describing the first results obtained in the framework of the activities regarding the reproduction and restocking of the native crayfish *A. pallipes* and those developing innovative methodologies aimed at optimizing the removal of the alien species *P. clarkii*.

We hope it may be of interest. Happy reading!!!

Anyone wishing to receive the quarterly newsletter may follow the easy steps procedure available at the address:

www.life-rarity.eu/pagine/newsletter.htm

List of contents

- De Luise G., Zanetti M. (Ente Tutela Pesca di Friuli Venezia Giulia) – The restocking of native crayfish species *Austropotamobius pallipes* and its breeding at the San Vito (PN) and Amaro (UD) hatcheries.
- Aquiloni L., Mazza G., Inghilesi A.F., Duse M., Gherardi G. (Department of Evolutionary Biology, University of Florence) – Sexual behaviour of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a social context: ethological research as a tool to develop successful control techniques.
- Piazza F. (Department of Life Sciences, University of Trieste) – Chemical communication: the role of sex pheromones and their use for the control of invasive species.

Giorgio De Luise, Massimo Zanetti

Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia

e-mail giorgio.deluise@email.it

e-mail massimo.zanetti@regione.fvg.it

IL RIPOPOLAMENTO DELLA SPECIE DI GAMBERO NATIVO *AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES* E IL SUO ALLEVAMENTO NEGLI IMPIANTI DI SAN VITO AL TAGLIAMENTO (PN) E DI AMARO (UD)

A settembre 2012 sono iniziate le operazioni di ripopolamento dei corsi d'acqua della regione con giovani esemplari di *Austropotamobius pallipes*.

In occasione dell'ottavo meeting di progetto e alla presenza del monitor del progetto, dott. Stefano Grignolio, il 20 settembre 2012 sono state effettuate le prime liberazioni nel corso d'acqua denominato "Aghe real", all'interno del Parco delle Risorgive di Codroipo, compreso nel più ampio SIC IT3320026 "Risorgive dello Stella".

La popolazione di gamberi di quel sito era stata totalmente annullata dall'asciutta naturale causata dalla siccità tardo invernale di quest'anno e sul posto era stato possibile recuperare solo alcuni individui, morti poco dopo in impianto, utilizzati per tipizzare geneticamente quella popolazione.

Le analisi genetiche condotte dal Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università degli studi di Trieste hanno infatti consentito di verificare che i gamberi di quella popolazione appartenevano alla sottospecie *A. pallipes italicus meridionalis*, la stessa dei gamberi allevati nell'impianto di San Vito al Tagliamento da riproduttori del rio Gorgon, in provincia di Pordenone. I giovani nati da questi stessi riproduttori hanno potuto così essere liberati a Codroipo (Fig. 1). Ulteriori rilasci saranno realizzati prima dell'inverno in siti in via di individuazione e riguarderanno, come in parte già avvenuto, anche i riproduttori, che saranno liberati nei siti in cui erano stati in precedenza catturati.

Complessivamente sono poco meno di 1500 i giovani gamberi nati nel 2012 nell'impianto di San Vito al Tagliamento, dove sono stati

allevati fino a che hanno raggiunto la misura media di 2 cm, ritenuta idonea alla liberazione (Fig. 2).

I riproduttori impiegati sono stati complessivamente 171 (89 femmine e 82 maschi) e solo una piccola parte di essi è deceduta per cause che si riscontrano anche negli ambienti naturali e che sono riconducibili alla mortalità *pre* ecdisi (*pre* muta) e, soprattutto, al cannibalismo in fase di *post* ecdisi (Fig. 3).

Questi gamberi erano stati catturati durante l'autunno 2011, in netto anticipo rispetto alle previsioni di progetto, al fine di diluire la produzione e il rischio di insuccesso in un arco temporale più ampio, per mettere a punto le strutture e le tecniche produttive, nonché di professionalizzare gli operatori volontari che lo gestiscono (Renato Limati, Eligio Giusti e Giorgio Sut).



Fig. 1 – Immissione di giovani gamberi nel Parco delle Risorgive di Codroipo (UD).
Release of *A. pallipes* juveniles in the Resurgence Park of Codroipo (UD).

Alcuni riproduttori si sono accoppiati in vasca, mentre numerose femmine, essendo già fecondate o addirittura ovigere, hanno atteso la nascita della loro prole nelle strutture da parto appositamente allestite.



Fig. 2 – Misurazione della lunghezza degli esemplari giovanili pronti per il rilascio nei corsi d'acqua.
Measurements of the juveniles length, suitable for being released into the rivers.

Grazie alla costante temperatura ambientale assicurata dall'acqua di falda freatica che alimenta l'impianto di San Vito, il ciclo di maturazione delle uova è risultato notevolmente più breve rispetto a quello riscontrato nei siti di origine, producendo le prime schiuse già a partire dai primi giorni di marzo.

Le liberazioni di quest'anno rappresentano tuttavia solo un traguardo intermedio del progetto, che prevede il rilascio di circa 30.000 giovani e gli impianti sono già stati caricati con numerosi nuovi riproduttori (Fig. 4).

Nell'agosto 2012, a causa della previsione di lavori nell'alveo del rio Chiarzò (PN), caratterizzato da una popolazione astacicola particolarmente numerosa e ben strutturata, sono stati catturati dai

volontari dell'Ente Tutela Pesca numerosi esemplari, trasferiti a monte della zona interessata dai lavori. Nell'occasione, 150 femmine e 61 maschi con caratteristiche di taglia e di maturazione sessuale idonei sono stati trasferiti nell'impianto di San Vito. Questi individui costituiscono pertanto il solo ceppo riproduttore di quell'impianto per l'annata 2012-2013 e il loro numero verrà a breve implementato con ulteriori soggetti che saranno prelevati dal medesimo sito.

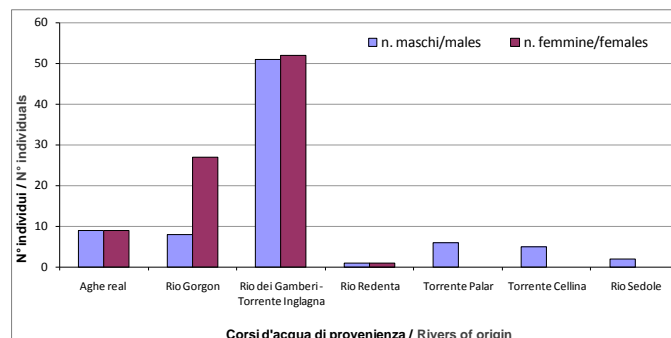


Fig. 3 – Numero dei riproduttori impiegati nell'impianto di S. Vito al Tagliamento (PN). Number of reproductive organisms used in S. Vito al Tagliamento (PN) hatchery.

L'impianto di Amaro, invece, ha iniziato la sua nuova attività il 12 settembre di quest'anno. Nelle sue grandi vasche sono ospitati gamberi provenienti da tre popolazioni (torrente Ingogna: 70 maschi e 50 femmine; rio dei Gamberi: 140 maschi e 209 femmine; rio Gorgon: 70 maschi e 120 femmine) e selezionati in base alla taglia e maturazione sessuale delle femmine (Fig. 5).

Quindi, a fine settembre 2012, il numero complessivo dei riproduttori catturati nei siti naturali ed utilizzati per la riproduzione è di 239 femmine e 143 maschi a San Vito al Tagliamento e 379 femmine e 280 maschi ad Amaro.



Fig. 4 – Giovani di *A. pallipes* prodotti nell'impianto di S. Vito al Tagliamento (PN). *A. pallipes* juveniles produced at S. Vito al Tagliamento hatchery.

Sulla base dei dati fin qui ottenuti, si stima che la potenzialità produttiva di tali contingenti, detratta la quota di mortalità fisiologica naturale delle larve pari al 30%, possa essere superiore a 6.000 esemplari di 2 cm a San Vito e superiore a 11.000 ad Amaro.

Non va infine dimenticato che a breve inizierà una sperimentazione di incubazione artificiale delle uova di gambero nativo che potrebbe ulteriormente implementare la produzione di quest'anno. Questa tecnica, descritta in una recente pubblicazione (Carral et al., 2003), apre nuove opportunità.

La principale possibilità è quella di evitare il trasporto ed il successivo adattamento a condizioni di cattività dei riproduttori, procedendo all'asportazione delle uova dalle femmine selvatiche direttamente *in situ*. Si stima che utilizzando tale pratica si riescano ad evitare perdite di uova causate da contatti aggressivi, malattie

materne o morte delle madri stesse, minimizzando inoltre anche la trasmissione di patogeni da riproduttori alla prole.



Fig. 5 – Particolare di una vasca esterna dell'impianto di Amaro (UD). Details of an external tank at Amaro (UD) hatchery.

Bibliografia / References

1. Carral J.M., Sáez-Royuela M., Celada J.D., Pérez J.R., Melen P.M., 2003. Advantages of artificial reproduction techniques for white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes* Lereboullet). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 370-371, 181-184.

Giorgio De Luise, Massimo Zanetti

Ente Tutela Pesca of Friuli Venezia Giulia
e-mail giorgio.deluise@email.it
e-mail massimo.zanetti@regione.fvg.it

THE RESTOCKING OF NATIVE CRAYFISH SPECIES *AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES* AND ITS BREEDING AT THE SAN VITO (PN) AND AMARO (UD) HATCHERIES

The restocking of the Friuli Venezia Giulia rivers with *Austropotamobius pallipes* juveniles has started on September 2012.

The first release took place in a site called "Aghe real", in the Codroipo Resurgence Park, included in the SCI IT3320026 "Risorgive Stella", on 20th September 2012, during the eighth coordinating meeting of the RARITY project, at the presence of the monitor of the project, Dr. Stefano Grignolio.

The population of crayfish in that site was totally deleted by the water shortage caused by the long period of drought occurred in the late winter of this year. Only few individuals were recovered from that site and used for genetically typing the population, but they died shortly after being brought to the hatchery.

Genetic investigations conducted by the Department of Life Sciences of Trieste University allowed to verify that those crayfishes belong to the subspecies *A. pallipes italicus meridionalis*, the same reared in the San Vito al Tagliamento hatchery, coming from the population located in the Gorgon river, in the province of Pordenone. Therefore, the crayfishes born from these reproductive individuals were suitable to be released in Codroipo rivers (Fig. 1). Further releases will be made before the next winter, in sites that will be soon identified. Moreover, also some reproductive specimens will be released in those sites where they had been previously caught.

About 1,500 crayfishes juveniles were produced in the San Vito al Tagliamento hatchery during the 2012 and they were reared until they reached the average size of 2 cm, considered a suitable size for their release in the rivers (Fig. 2).

The employed reproductive individuals were 171 (89 females and 82 males) and only a few of them died due to natural causes (*pre* and *post* ecdysis mortality) (Fig. 3).

These crayfishes were captured during the autumn of 2011, well ahead of the time scheduled in the project, for diluting the juveniles

production, reducing the risk of failure, setting up the facilities, developing the production techniques and training Ente Tutela Pesca (ETP) volunteers, responsible for managing the hatchery (Renato Limati, Eligio Giusti and Giorgio Sut).

Some mature males mated with females in tanks, whereas a large number of fertilized and/or ovigerous females remained within special structures up to the birth of the offspring.

The ripening cycle of the eggs maintained within the San Vito hatchery was significantly shorter than the natural one, thanks to the constant temperature of the groundwater which supplies the plant. The first hatching was observed at the beginning of March.

However, the releases, occurred in 2012, represent an intermediate goal of the project, which foresees the release of about 30,000 juveniles as final goal. The hatcheries have already been charged with several new reproductive organisms (Fig. 4).

In August 2012, numerous crayfishes were captured by the ETP volunteers in the river called "rio Chiarzò" (Pordenone) where a numerous and well structured population was present, in view of planned maintenance work that would have interested the bottom stream.

On this occasion, 150 females and 61 males, having suitable size and sexual maturation stage, were captured and transferred to the San Vito al Tagliamento hatchery. These crayfishes are the strain of the reproductive individuals for the year 2012-2013 and their number will be soon implemented with other individuals that will be collected from the same site.

The Amaro hatchery has started its new activity on 12 September of this year. Crayfishes coming from three natural populations (Rio Inglnagna: 70 males and 50 females; Rio dei Gamberi: 140 males and 209 females; Rio Gorgon: 70 males and 120 females) were maintained in its large tanks, and selected according to size and sexual maturation stage of the females (Fig. 5).

At the end of September 2012 the number of reproductive individuals was 239 females and 143 males within San Vito al Tagliamento hatchery and 379 females and 280 males within the Amaro one. According to the obtained data, the production capacity of the two hatcheries is estimated to be more than 6,000 individuals for San Vito plant and more than 11,000 for Amaro one, taking into account a 30% of larvae physiological mortality.

Moreover, some experiments of egg artificial incubation, planned during next months, could further implement the 2013 production. This technique, described in a recent publication (Carral et al., 2003), opens up new opportunities. The technique involves the removal of the eggs from wild females directly *in situ*. In this way it is possible to avoid the stress for females due to their transport and adaptation to farming conditions. Moreover, this technique may result in a lower mortality of eggs caused by aggressive contacts, mother illness or death, also minimizing the transmission of pathogens.

**Laura Aquiloni L., Giuseppe Mazza, Alberto F. Inghilesi,
Martina Duse, Francesca Gherardi**

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze
e-mail laura.aquiloni@unifi.it

COMPORAMENTO SESSUALE IN UN CONTESTO SOCIALE NEL GAMBERO INVASIVO *PROCAMBARUS CLARKII*: IL RUOLO DELLA RICERCA ETOLOGICA PER L'INDIVIDUAZIONE DI EFFICACI TECNICHE DI CONTROLLO

Il gambero rosso della Louisiana, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), è stato introdotto per scopi alimentari e ornamentali in tutti i continenti, eccetto l'Oceania e l'Antartide, ed è oggi incluso nella lista delle 100 specie più invasive in Europa. I numerosi tentativi per controllarne le popolazioni hanno prodotto risultati limitati o temporanei. Recentemente, si stanno sviluppando tecniche innovative basate sul comportamento sessuale della specie, come la tecnica di sterilizzazione dei maschi e del loro rilascio in natura (SMRT). I maschi resi sterili, ovvero non più in grado di fecondare le uova delle femmine, devono manifestare il comportamento di corteggiamento e di copula inalterato. Questi maschi sono quindi ancora in grado di competere con i maschi selvatici per l'accesso alla femmina; si

accoppiano quindi con la femmina, ma senza fecondarne le uova. La tecnica è già stata utilizzata con successo per il controllo di insetti dannosi (Knipling, 1960) e vertebrati acquatici, come la lampreda *Petromyzon marinus* Linnaeus (Twohey et al., 2003). E' sicura per l'ambiente e per l'uomo (Holdich et al., 1999) e offre, rispetto ad altre tecniche tradizionali, come il trappolaggio, il grande vantaggio di essere efficace anche a basse densità di popolazione in quanto i maschi sterili cercano attivamente la femmina con cui accoppiarsi. Inoltre, gli invertebrati possono essere sterilizzati con radiazioni ionizzanti che permettono di trattare numerosi individui contemporaneamente, con un forte abbattimento dei costi. Tutte queste caratteristiche rendono la tecnica SMRT potenzialmente applicabile anche per la gestione del gambero invasivo *P. clarkii*, sul quale sono già state condotte ricerche che hanno messo a punto la metodologia di sterilizzazione e dimostrato gli effetti negativi sulla riproduzione della specie in laboratorio (Aquiloni et al., 2009) e in natura (Cecchinelli et al., 2010).

Tuttavia, per ottenere una significativa riduzione dimensionale delle popolazioni invasive, è necessario determinare l'adeguata percentuale di maschi sterili da rilasciare e utilizzare i maschi che hanno maggiori probabilità di accoppiarsi, ovvero maschi che presentano caratteristiche soggette alla selezione dalle femmine. Esperimenti di scelta hanno evidenziato che entrambi i sessi scelgono il partner di maggiori dimensioni (Aquiloni & Gherardi, 2008) e, a parità di dimensioni, le femmine scelgono il maschio dominante (Aquiloni et al., 2008). Ci siamo chiesti se questa preferenza delle femmine verso i maschi di grandi dimensioni si mantenga anche in un contesto sociale (per 'contesto sociale' si intende un gruppo eterogeneo di individui), dove altri fattori, rispetto alla semplice scelta binaria, possono interferire.

Il lavoro sperimentale che abbiamo condotto è consistito nella registrazione e nell'analisi di tutte le interazioni sociali intercorse in 10 gruppi di 18 individui ciascuno (9 maschi e 9 femmine di tre classi di taglia) osservati per 1 ora. Le interazioni sessuali tra i membri di ogni gruppo sono state visualizzate utilizzando il software NetDraw 2.123 (Borgatti, 2002). I risultati preliminari dello studio hanno risvolti applicativi molto interessanti, evidenziando quanto il contesto sociale – quello in cui gli animali vivono – possa effettivamente influire sulla dinamica sessuale di questa specie. In particolare, comportamenti come la guardia alla femmina o il disturbo alla copula di conspecifici, mai osservati in contesti non-sociali, sono molto frequenti e determinano evidenti alterazioni nella dinamica di coppia. Il disturbo alla copula, ad esempio, causa nel 17% dei casi l'interruzione dell'accoppiamento. Tuttavia, in accordo con quanto emerso da esperimenti di scelta binaria, anche nel gruppo la taglia è una caratteristica soggetta alla scelta delle femmine: gli animali tendono ad appaiarsi per taglie simili anche se sono gli individui di dimensioni medio-grandi ad accoppiarsi più spesso (Fig. 1).

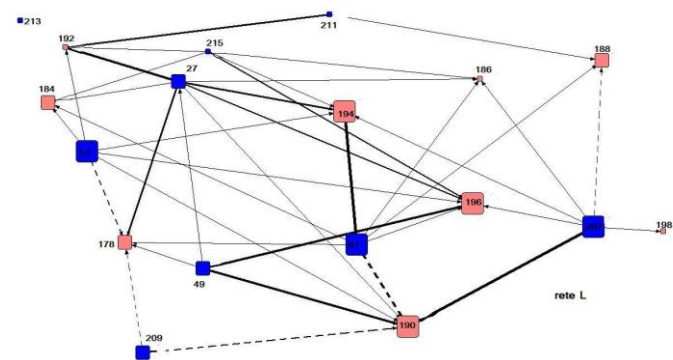


Fig. 1 – Visualizzazione delle interazioni sessuali all'interno di un gruppo. Ogni nodo rappresenta un individuo (in blu i maschi, in rosa le femmine). La dimensione del nodo è indicativa della taglia (grande, media, piccola) mentre lo spessore delle connessioni del numero di interazioni tra due individui. La linea tratteggiata indica una copula. I nodi isolati (in alto a sinistra) sono gli individui che non prendono parte alle interazioni di rete. Visualization of the sexual interactions in a group. Each node represents an individual (bleu for the males, pink for the females). The size of the node denotes the size (large, medium, small) of the individual, the line thickness denotes the number of the

interactions between two individuals. Broken lines indicates a copula. The isolated nodes (above on the left) are the individuals that do not interact.

Altro dato interessante che emerge da questo studio è che circa il 40% delle femmine che copulano lo fanno con almeno due maschi diversi, mentre solo il 3% dei maschi riesce a copulare con due femmine.

Oltre all'interesse teorico e metodologico, i risultati dello studio forniscono quindi utili informazioni per permetterci di prevedere il numero e le caratteristiche morfologiche dei maschi sterili da rilasciare. In particolare, la presenza di accoppiamenti poligami dovrà essere tenuta in considerazione nella stima del numero di maschi sterili da rilasciare, mentre viene rafforzata l'ipotesi di sterilizzare maschi di grandi dimensioni in quanto hanno maggiori probabilità di accoppiarsi. I risultati delle prossime applicazioni in campo di questa tecnica, applicazioni che dovranno essere programmate in funzione delle informazioni comportamentali acquisite, ci informeranno se la strada che stiamo percorrendo potrà consentirci un effettivo controllo delle popolazioni invasive di questa specie.

Bibliografia / References

1. Aquiloni L., Gherardi F., 2008. Mutual mate choice in crayfish: large body size is selected by both sexes, virginity by males only. *Journal of Zoology London* 274, 171-179.
2. Aquiloni L., Buřić M., Gherardi F., 2008. Crayfish females eavesdrop on fighting males before choosing the dominant mate. *Current Biology* 18, 462-463.
3. Aquiloni L., Becciolini A., Trunfio C., Berti R., Gherardi F., 2009. Managing invasive crayfish: use of X-ray sterilization of males. *Freshwater Biology* 54, 10510-1519.
4. Borgatti S.P., 2002. NetDraw: graph visualization software. Harvard: Analytic Technologies.
5. Cecchinelli E., Aquiloni L., Orioli G., Gherardi F., 2010. L'uso della SMRT (Sterile Male Release Technique) e di Pyblast per il controllo del gambero invasivo *Procambarus clarkii* nel Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia-Secchia, Consorzio di Bonifica Parmigiana-Moglia-Secchia (Reggio Emilia).
6. Holdich D.M., Gydemo R., Rogers W.D., 1999. A review of possible methods for controlling nuisance populations of alien crayfish. In: *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?* Eds F. Gherardi and D.M. Holdich, A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 245-270.
7. Knipling E.F., 1960. Eradication of screw-worm fly. *Scientific American* 203, 54-61.
8. Twohey M.B., Heinrich J.W., Seelye J.G., Fredricks K.T., Bergstedt R.A., Kaye C.A., Scholefield R.J., McDonald R.B., Christie G.C., 2003. The sterile-male-release technique in Great Lakes sea lamprey management. *Journal of Great Lakes Research* 29, 410-423.

Laura Aquiloni, Giuseppe Mazza, Alberto F. Inghilesi,
Martina Duse, Francesca Gherardi

Department of Evolutionary Biology, University of Florence
e-mail laura.aquiloni@unifi.it

SEXUAL BEHAVIOUR OF THE INVASIVE CRAYFISH *PROCAMBARUS CLARKII* IN A SOCIAL CONTEXT: ETHOLOGICAL RESEARCH AS A TOOL TO DEVELOP SUCCESSFUL CONTROL TECHNIQUES

The red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), was introduced for food and ornamental purposes from the native North America in all continents with the exception of Oceania and Antarctica. It is now included in the list of the 100 most invasive species in Europe. Several attempts to control its populations have produced only limited or temporary results. Recently, we have developed a new technique based on the sexual behaviour of the species, the Sterile Male Release Technique (SMRT), which has provided promising results. This technique consists in the release of an adequate number of sterile males, i.e. males that are not able to fertilize females but that maintain courtship behaviour and instinct to copulate unaltered. These males should be able to compete with wild males for females and to mate with them, without however fertilizing them.

The potential of SMRT for the management of invasive crayfish has never been investigated. SMRT was successful in the control of both

insect pests (e.g. Knippling, 1960) and aquatic vertebrates, such as sea lamprey, *Petromyzon marinus* Linnaeus (Twohey et al., 2003). This method is species-specific and meets all the environmental safety and human health requirements as listed in the literature (Holdich et al., 1999). It offers the additional advantage that, at low density, sterile specimens may seek and mate with the remaining few females. Moreover, invertebrates can be sterilized using ionizing irradiation that enables to treat many individuals together, with a containment of the costs. All these characteristics make SMRT potentially applicable also for managing the invasive crayfish *P. clarkii*, on which extensive research has been already carried out to define the best method to sterilize males and to quantify damage inflicted on males' reproductive system both in the laboratory (Aquiloni et al. 2009) and in the field (Cecchinelli et al. 2010).

To refine this technique, however, we should know the percentage of the sterile males to be released using the individuals that have a higher probability to mate, that is the male with the traits selected by females. Binary choice experiments have shown that both sexes are choosy in selecting mating partners: females and males prefer partners of larger body size (Aquiloni & Gherardi 2008) and, when presented with similarly-sized males, females choose the dominant male (Aquiloni et al. 2008). We investigated whether female preference for large male is maintained in a social context (where for 'social context' we mean a heterogeneous group of individuals), which is closer to what happens in the wild.

The experiment was run this summer, during which we recorded and analysed all the social interactions occurred in 10 groups of 18 individuals each (9 males and 9 females belonging to three size classes) observed for 1 h. Sexual interactions among individuals within each group were visualized using the software NetDraw 2.123 (Borgatti 2002). The preliminary results of this study provide interesting suggestions for applicative purposes, pointing out how much the social context might really affect this species' sexual behaviour. In particular, guarding of mating pairs and the disturbance on them, never observed before in a non-social context, are very frequent. They cause changes in the dynamics of the couples. For instance, disturbance on mating couples may cause the interruption of the copula in 17% of couples. However, confirming the findings obtained from binary choice experiments, size remains a trait selected by a partner also in a social context: crayfish mates with similar sized partners, but the medium-large individuals mate more frequently (Fig. 1). Another interesting result is that about 40% of females mate with, at least, two males, whereas only 3% of males gains more than one female.

Along with their theoretical and methodological interest, the results of this study provide useful practical information about the number and the morphological traits of sterile males. In particular, polygamy should be taken into consideration to estimate the adequate number of sterile males to release, whereas the hypothesis is reinforced that large males should be irradiated, since they have a higher probability to mate. The results coming from the next field studies, taking into the due account these behavioural findings, will lead us to know whether we are running in the right direction to manage efficiently invasive populations of *P. clarkii*.

Federica Piazza

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste
e-mail fedang83@alice.it

LE COMUNICAZIONI CHIMICHE: IL RUOLO DEI FEROMONI SESSUALI E IL LORO UTILIZZO NELLA LOTTA CONTRO LE SPECIE INVASIVE

La comunicazione chimica per mezzo di sostanze presenti in determinati fluidi biologici è il mezzo più antico di trasmissione di informazioni tra esseri viventi, attraverso il quale gli individui si scambiano messaggi estremamente precisi. Diffondendosi nell'aria, nel terreno o nell'acqua, le sostanze chimiche rilasciate sono in grado di portare un messaggio anche a grande distanza, talvolta persistente per lungo tempo, evitando molte barriere ambientali. Nell'ambito della stessa specie la comunicazione chimica avviene principalmente attraverso il rilascio di particolari ormoni, detti feromoni che generano reazioni fisiologico-comportamentali.

Il termine "feromone" deriva dal greco "pherin", trasportare, e "hormon", eccitare. Questo termine è stato introdotto nel 1959 dal biochimico tedesco Peter Karlson e dall'entomologo svizzero Martin Lüscher per identificare specifiche sostanze biologiche "che sono secrete da un individuo e ricevute da un secondo individuo, appartenente alla stessa specie, le quali generano specifiche reazioni, per esempio, un comportamento definito o un processo di apprendimento".

A seconda dei loro effetti, i feromoni sono suddivisi in scatenanti, o releaser, e innescanti, o primers. I releaser agiscono direttamente sul sistema nervoso centrale determinando un'immediata modifica del comportamento nei conspecifici, come, ad esempio, un attacco aggressivo, l'accoppiamento o la marcatura del territorio. I primers invece agiscono alterando lo stato fisiologico dell'animale ricevente e lo rendono sensibile a stimoli accessori specifici; ad esempio attivando l'alterazione dell'equilibrio ormonale e modulando lo stato riproduttivo (Tirindelli et al., 2009).

Un'altra più recente classificazione, del 2011, li divide in feromoni di contatto e di distanza. Negli animali terrestri i feromoni di distanza sono composti volatili, trasmessi attraverso l'aria, mentre quelli di contatto sono presenti sulla superficie del corpo per cui richiedono un'interazione fisica. Negli animali acquatici si è ipotizzato che i feromoni di distanza siano polari e solubili in acqua, per permettere la loro diffusione; al contrario i feromoni di contatto potrebbero essere relativamente insolubili in acqua per rimanere sulla superficie del corpo senza la necessità di un continuo ripristino (Zhang et al., 2011). I feromoni agiscono su tutte le principali funzioni degli organismi: sulla riproduzione (per il riconoscimento della specie e del sesso, per il richiamo degli individui maturi e per la sincronizzazione riproduttiva); sullo sviluppo (per l'accelerazione della crescita e il differenziamento embrionale); sulle cure parentali, sulla difesa del gruppo, sulla determinazione dei confini del territorio e sulla struttura sociale. Un particolare tipo di feromone, comunemente chiamato "feromone sessuale", che è in realtà una complessa miscela di composti chimici denominata anche "bouquet", è caratteristico per ogni specie. In questo composto è presente una molecola principale, che è responsabile del potere attrattivo, legata ad altre molecole accessorie che "completano" la miscela, caratterizzandola in particolare riguardo alla volatilità o alla solubilità in acqua. Finora i feromoni sessuali sono stati individuati in una grande varietà di organismi, e sono studiati anche per la possibilità di interagire con le dinamiche riproduttive di organismi invasivi o infestanti, e ridurne così l'impatto.

Soltanto negli insetti questi feromoni sono stati identificati in più di 1500 specie, che possiedono organi specializzati posti nelle antenne per rilevarne la presenza. Nei rappresentanti di questa classe, i feromoni sessuali sono generalmente prodotti da ghiandole esocrine in entrambi i sessi.

Negli ultimi anni, i feromoni scoperti negli insetti hanno consentito il controllo e l'eliminazione di alcune specie dannose o invasive, attraverso lo sviluppo di esche feromoniche specie-specifiche. Queste esche sono utilizzate in vari modi: per catture-campione di monitoraggio delle aree agricole, valutando la quantità di insetti dannosi presenti; per la cattura massiva degli organismi invasivi, riducendo e se possibile eliminando la popolazione; per ridurre l'accoppiamento, e questo si ottiene principalmente in due modi: con la tecnica del "disorientamento", rilasciando una nube di feromone sintetico, inducendo una sorta di saturazione del messaggio, che porta i maschi a non cercare più le femmine in fase di richiamo (Miller et al., 2006), o con la "distrazione sessuale" che consiste nel rilasciare, attraverso femmine sintetiche posizionate nel campo, quantità di feromone di poco superiori a quelle emesse dalle femmine in periodo riproduttivo, inducendo i maschi a seguire false scie odorose, ignorando le femmine (Maini, 2007).

Anche nei crostacei i feromoni sono studiati da diversi anni, anche se la loro composizione chimica non è stata ancora determinata. Come in molte altre classi, anche in questi animali è stato osservato che i feromoni sono utilizzati dalle femmine sessualmente mature per attrarre i maschi (Stebbing et al. 2003). Queste sostanze, prodotte nelle ghiandole a rosetta associate alla vescica urinaria, sono rilasciate attraverso l'urina, come è stato dimostrato con numerosi esperimenti su granchi. In questi test si è osservato in particolare che i maschi sono ugualmente attratti sia da femmine sessualmente

mature, sia da elementi estranei trattati con l'urina delle stesse femmine, come spugne, pietre, e persino altri maschi (Ekerholm & Hallberg, 2005); si è potuto così confermare come i feromoni siano effettivamente rilasciati attraverso l'urina. E' stato anche osservato che il ruolo dei feromoni nelle comunicazioni chimiche tra crostacei è diverso tra i maschi e le femmine, in quanto le femmine hanno bisogno sia di stimoli chimici che fisici per ridurre l'aggressività nei confronti dei maschi, che impedirebbe la riproduzione, mentre ai maschi basta solo percepire che la femmina è ricettiva tramite lo stimolo chimico (Aquiloni et al., 2009).

Il dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Trieste, sta studiando una nuova metodologia per utilizzare le peculiarità dei feromoni sessuali al fine di controllare la diffusione del gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*), specie originaria degli Stati Uniti del sud, altamente invasiva, e presente ormai in tutta Europa. Lo studio, inserito nell'ambito del progetto europeo LIFE+RARITY, ha esaminato il ruolo dei feromoni che influenzano il comportamento riproduttivo dei gamberi. Uno degli obiettivi è lo sviluppo di un metodo basato su tecnologie molecolari per eradicare o almeno ridurre significativamente la presenza della specie al di fuori dell'areale di origine.

Tra le osservazioni condotte fin'ora, si è evidenziato che utilizzando come esca una femmina ricettiva, si attirano in prevalenza esemplari maschi; questo confermerebbe che anche in questi gamberi le femmine sessualmente mature rilascino effettivamente dei feromoni specifici, e suggerisce che queste sostanze orientino il maschio alla ricerca della femmina. Inoltre sembra che i feromoni attirino prevalentemente maschi di taglia più piccola, più giovani rispetto a quelli attirati con le esche di cibo, e questo sarebbe un grande vantaggio per il controllo di queste popolazioni, consentendo di catturare selettivamente i maschi che potrebbero riprodursi un maggior numero di volte (Aquiloni & Gherardi, 2010).

In seguito a queste osservazioni, si è ipotizzata la possibilità di sintetizzare le molecole feromoniche per creare delle esche specie-specifiche per *P. clarkii*; il passo successivo sarà il test delle esche attraverso esperimenti comportamentali per valutarne l'efficacia. Questa nuova metodologia potrebbe ridurre drasticamente gli sforzi impiegati per il contenimento della specie invasiva, e consentire di abbattere i costi di gestione del problema, che attualmente sono altissimi.

Bibliografia / References

1. Aquiloni et al., 2009. Sex identification in female crayfish is bimodal. *Naturwissenschaften* 9, 103-110.
2. Aquiloni L., Gherardi F., 2010. The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. *Hydrobiologia* 649, 249-254.
3. Ekerholm M., Hallberg E., 2005. Primer and short-range releaser pheromone properties of premolt female urine from the shore crab. *Carcinus maenas*. *Journal of Chemical Ecology* 31, 1845-1864.
4. Maini S., 2007. Nuove applicazioni dei feromoni per la lotta integrata nei fruttiferi. *Frutticoltura* 2, 48-57.
5. Miller J.R. et al., 2006. Differentiation of competitive vs. non-competitive mechanism mediating disruption of moths sexual communication by point sources of sex pheromone (part I): theory. *Journal of Chemical Ecology* 32, 2115-2143.
6. Stebbing P.D. et al., 2003. Mating behavior and evidence for a female released courtship pheromone in the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Journal of Chemical Ecology*. 29 (2), 465-475.
7. Tirindelli R. et al., 2009. From pheromones to behavior. *Physiological Reviews* 89, 921-956.
8. Zhang D. et al., 2011. Simultaneously hermaphroditic shrimp use lipophilic cuticular hydrocarbons as contact sex pheromones. *Plos One* 6 (4), e17720.

CHEMICAL COMMUNICATION: THE ROLE OF SEX PHEROMONES AND THEIR USE FOR THE CONTROL OF INVASIVE SPECIES

Chemical communication through substances contained in specific biological fluids is the most ancient mean of information transmission used among living beings: this may allow organisms to exchange extremely detailed messages. Chemical substances are released and spread in air, soil and water, and their messages can travel even long distances – sometime being also long-lasting – thus avoiding many environmental barriers. Chemical communication within a same species occurs mainly through the release of devoted hormones, i.e., pheromones, which generate specific physiological-behavioural reactions.

The term “pheromone” comes from the Greek words *pherein*, ‘to transfer, to transmit’, and *hormon*, ‘to excite, to stimulate’. In 1959, the German biochemist Peter Karlson and the Swiss entomologist Martin Lüscher introduced this word to identify specific biological substances “which are secreted outside by an individual and received by a second individual of the same species, in which they release a specific reaction, for example, a definite behaviour or a developmental process.”

Pheromones are classified as releasers or primers according to their effects. The first act directly on the central nervous system triggering a sudden change in the behaviour of individuals of the same species, such as, for instance, an aggressive response, mating signals or territorial marking; the latter act by altering the physiological state of the receiving animal, thus making it sensitive to specific secondary stimuli, such as the change in hormonal balance and the modulation of reproductive activity (Tirindelli et al., 2009).

According to a more recent study carried out in 2011, pheromones are classified as contact pheromones and distance pheromones. In terrestrial animals, distance pheromones are volatile compounds which are air transmitted, whereas contact pheromones are present on the body surface and require a physical interaction. As far as aquatic animals are concerned, distance pheromones are assumed to be mostly polar and water-soluble in order to spread in a water environment; conversely, contact pheromones are mostly insoluble in water in order to remain on the body surface without requiring a constant replacement (Zhang et al., 2011).

Pheromones influence all the main functions of organisms: reproduction (species and gender recognition and localisation, calling behaviour of mature individuals and reproductive synchronisation), development (growth acceleration and embryo differentiation), parental care, group defence, determination of territorial boundaries, and social organisation.

Among all the types of pheromones, sex pheromone is particularly worthy of note: sex pheromone is species-specific and is a complex mixture of chemical compounds defined “bouquet”. The pheromonal bouquet includes a main molecule, which is responsible for the mate attraction; this molecule is linked to other molecules to complete the mixture and give it certain traits regarding volatility and water solubility. Up to the present, sex pheromones have been identified and studied in a wide range of organisms; a reason for this interest is that they are able to influence reproductive dynamics of invasive or infesting species and represent a mean to limit their impact.

Sex pheromones have been proved to exist in more than 1,500 insect species, whose antennae have specialised organs to detect their presence. Within these species, sex pheromones are generally produced in both genders by exocrine glands.

In the latest years, thanks to all the pheromones which have been isolated in insects, some dangerous or invasive populations have been reduced or eliminated through the development of traps baited with species-specific pheromones. These pheromone baits allow different ways of application: sample capture of individuals to monitor agricultural areas, quantity determination of dangerous insects; massive capture of invasive organisms, reduction and, where possible, elimination of the population; mating disruption, primarily through two methods, i.e., the “confusion method”, implying the

communication jamming using a dispenser of synthetic pheromones which prevents males from recognising calling females (Miller et al., 2006), or the “sexual distraction method”, consisting in placing on the crop synthetic females, which release a pheromone quantity that slightly exceeds that of authentic calling females, thus leading males to follow false odour plumes and ignoring authentic females (Maini et al., 2007).

Even in crustaceans pheromones are studied for several years, although their chemical composition has not yet been determined. As in many other classes, mature females of this family use pheromones to attract males (Stebbing et al., 2003). These chemicals are produced by the rosette glands situated in the region of the urinary bladder and are released in urine, this being proved through many experiments carried out on crabs. In detail, several studies demonstrated that males are equally attracted by sexually mature females and other objects treated with their urine, such as sponges, stones, and even other males (Ekerholm & Hallberg, 2005). This result thus confirmed the presence of pheromones in urine. Moreover, the role of pheromones was also investigated, demonstrating that it changes according to gender: females require both chemical and physical stimuli to reduce their aggressiveness against males – a factor which could undermine reproduction, whereas males need only chemical stimuli to perceive a calling female (Aquiloni et al., 2009).

The Department of Life Sciences of the University of Trieste is currently studying a new methodology for the application of sex pheromones in order to control the spread of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*, a highly invasive alien species native to the South-Eastern United States and now present in the whole Europe. This research, included in the European project “LIFE+RARITY”, studies the role of pheromones influencing the reproductive behaviour of the crayfish. Among the objectives of this project, there is the development of a method based on molecular technologies aimed at eliminating, or at least significantly reducing, the presence of *P. clarkii* outside its original habitat.

The results achieved up to now demonstrate that sexually receptive female traps mainly attract males. According to this, the release of specific pheromones by sexually mature females may be confirmed for this species as well, thus suggesting how these substances are probably able to orient males in localising females. Furthermore, pheromones are deemed to mainly attract smaller and younger male individuals than those attracted by food traps; this represents a significant improvement in controlling these populations because it allows researchers to select and capture only males which are supposed to reproduce at a higher rate (Aquiloni & Gherardi, 2010).

In light of the above-mentioned results, the research suggests for the possibility to synthesise pheromone molecules in order to create species-specific baits for *P. clarkii* and subsequently test these baits through behavioural experiments to evaluate the method’s efficacy. The new methodology may reduce significantly the efforts necessary to control this invasive alien species and contain management costs, which are very expensive at the moment.

Eventi & News



Primo meeting tematico per stakeholders - **Diffusione del gambero rosso della Louisiana in Friuli Venezia Giulia: problematiche ecologico-sanitarie e possibili strategie di intervento.**

Il meeting si terrà presso l'Ufficio di Rappresentanza della Presidenza della Giunta Regionale, Palazzo dell'Auditorium, Piazza Ospedale Vecchio 11, 33170 Pordenone, venerdì 9 novembre 2012, alle ore 18:00.

Il meeting è rivolto principalmente agli operatori dei settori ambiente, pesca e acquacoltura ed ha lo scopo di fornire un'esauriente panoramica dei problemi ecologici e sanitari legati alla comparsa e alla diffusione del gambero rosso, recependo le opinioni e i suggerimenti delle categorie invitate. Queste ultime possono avere un ruolo chiave ai fini del raggiungimento e del consolidamento degli obiettivi di progetto.

Events & News



First Thematic Meeting for Stakeholders - **The spread of the Louisiana red swamp crayfish in Friuli Venezia Giulia: ecological and sanitary problems and possible intervention strategies.**

The meeting will be held at the Region FVG premises: Ufficio di Rappresentanza della Presidenza della Giunta Regionale, Palazzo dell'Auditorium, Piazza Ospedale Vecchio 11, 33170 Pordenone, Friday 9 novembre 2012 at 18:00.

The meeting is intended primarily for operators in the environment, fisheries and aquaculture and its aim is to provide a comprehensive overview of the health and ecological problems related to the presence and the spreading of the Louisiana red crayfish, receiving the opinions and suggestions of the invited groups, which may play a key role for the achievement and the reinforcement of the project objectives.