

ROBERTO A. PANTALEONI¹, MARIA TIZIANA NUVOLI²,
MARCELLO VERDINELLI²

¹ *Dipart. Protezione delle Piante, Sez. Entomologia agraria, Università degli Studi di Sassari*

² *Sez. Ecologia Applicata e Controllo Biologico, ISE, CNR, Sassari*

Analisi di alcuni fattori influenzanti le catture di zanzare adulte per mezzo di trappole a ghiaccio secco tipo CDC*

Analysis of some factors influencing adult mosquito catches by CDC - type dry - ice traps – Open field capture trials of *Culex pipiens* with CO₂ traps, type CDC, were carried out using an experimental device consisting of a 3 metre long cubic cage. No differences in the individual efficiency of the traps were found, and the trap catches was not affected by position with regard to the 4 cardinal points (the side of the cage). In contrast, significant differences were detected between the highest level of capture, recorded in any side, and the two lowest levels, recorded in other cardinal points. This rank significance, excluding position, can likely be explained by the influence of an variable environmental factor, such as the wind. No significant differences in captures were found between traps kept at 120 and 175 cm from the ground. The effects of quantity of released CO₂ were studied using clusters of 4 traps, all switched on and some baited. Previously, no significant differences between baited and non-baited traps in the same cluster had been observed. Clusters having 2 baited traps were compared with clusters with either 1 or 4 baited traps. No significant differences were found.

Key words: monitoring, carbon dioxide, trap efficiency.

Liberando anidride carbonica, le trappole a ghiaccio secco di tipo CDC simulano la respirazione di potenziali vittime delle zanzare attirandole con effetti a medio raggio (GILLIES & WILKES, 1969; MORRIS & DEFOLIART, 1969; BECKER *et al.*, 1995) e, in una percentuale prossima alla totalità, nello stato di femmine digiune (REISEN & PFUNTNER, 1987). Tale caratteristica, che sicuramente rappresenterebbe un ostacolo per studi “classici” di dinamica di popolazione, si rivela uno straordinario strumento di stima dei livelli di disturbo su uomo (PANTALEONI, 1996). L’uso di queste trappole, ed in particolare del modello descritto in PANTALEONI (1996), ha trovato così una larga applicazione in programmi territoriali di controllo delle zanzare in Italia per il monitoraggio della densità relativa di femmine adulte, le “alate” dei pratici, fisiologicamente alla ricerca del pasto di sangue. I risultati di tale monitoraggio vengono prevalentemente impiegati per verificare l’efficacia dei programmi di lotta e per “guidare” i trattamenti adulticidi (PANTALEONI, 1993; BELLINI *et al.*, 1999; ZANELLA, 2000).

Alcuni importanti aspetti relativi all’efficacia delle trappole ad anidride carbonica rimangono però ancora oscuri. L’entità delle catture varia, ad esempio, al variare sia dell’altezza dal suolo cui è posizionata la trappola (SNOW, 1982; LUNDSTROM *et al.*, 1996) che dei livelli di emissione dell’anidride carbonica (PFUNTNER *et al.*, 1988; REISEN *et al.*, 1990; KLINE *et al.*, 1991). Entrambi questi fattori potrebbero essere facilmente gestiti nell’ambito di programmi di controllo e potrebbero risultare di notevole rilevanza pratico-applicativa.

Per affrontare queste tematiche è stata utilizzata un’arena sperimentale in pieno campo installata in un sito della Sardegna settentrionale particolarmente rispondente allo scopo trovandosi all’interno di un’area ricca di sorgenti e di zanzare, protetta dai venti, con appez-

* Lavoro effettuato nell’ambito del programma di ricerca di interesse nazionale “Strategie di lotta integrata contro Ditteri Culicidi e Muscidi nell’Ecosistema Urbano e Periurbano”.

zamenti racchiusi da cortine vegetali. Di una prima serie di prove vengono illustrati qui i risultati ottenuti.

MATERIALI E METODI

Arena sperimentale

L'arena sperimentale è stata allestita nell'agro del comune di Bonnanaro (Sardegna Nord Occidentale, Sassari) in località Cannisones a 310 m slm (UTM 32TMK82288695). Questo sito, il cui nome sardo significa "zona di canne – canneto", è ricco di sorgenti permanenti che fuoriescono dalla base di uno strato di arenaria, a forma di scarpata, di fronte a una zona pianeggiante. L'acqua delle sorgenti viene raccolta in vasche di pietra. Tutta l'area coltivabile è suddivisa in appezzamenti separati da folte cortine di canne (*Arundo donax* L.). L'orientamento e l'esposizione del luogo sono tali da renderlo particolarmente riparato ai venti, soprattutto al maestrale. L'area su cui è stata installata la struttura descritta di seguito è rappresentata da un campo, coltivato prevalentemente a ortive, delimitato su un lato dalla scarpata di arenaria di cui sopra, alla base della quale sgorgano almeno tre sorgenti, e su altri due da una folta cortina di canne vegetanti sulle sponde di un piccolo corso d'acqua non permanente.

Al centro dell'appezzamento, ad una distanza di qualche decina di metri da qualunque ostacolo consistente, è stata posizionata una struttura cubica (3x3x3 m) semipermanente costituita da tubi metallici, tale da permettere il posizionamento di una trappola (o di un gruppo di trappole), rispettivamente all'altezza (altezza del gancio) di 295/175/120 cm, nelle seguenti posizioni: i) al centro della struttura, ii) agli angoli, iii) nel punto mediano dei lati.

Trappole

La trappola utilizzata durante queste esperienze è il modello allestito dal Centro Agricoltura Ambiente di Crevalcore derivato dal vecchio tipo CDC a sua volta derivato dalla trappola luminosa tipo New Jersey (PANTALEONI, 1996). Questa trappola viene posizionata poco prima del tramonto e ritirata poco dopo l'alba. L'innesco è costituito da circa 500 g di ghiaccio secco prodotto da anidride carbonica liquida, con apposita apparecchiatura. Il blocco di ghiaccio secco viene avvolto in fogli di giornale.

Durante queste prove sono state utilizzate trappole non nuove, in normali condizioni d'uso e di manutenzione, prodotte artigianalmente da una medesima azienda.

Prove preliminari sull'efficienza individuale delle trappole e loro posizione

Sono state utilizzate quattro trappole in campo, una nel punto mediano di ciascun lato della gabbia, ad una altezza di 175 cm. Le trappole erano singolarmente e permanentemente numerate per identificarle individualmente. Ad ogni replicazione le trappole venivano ruotate posizionando ciascuna di esse sul lato attiguo, in senso orario, a quello utilizzato precedentemente. Le prove sono state eseguite tra la seconda metà di agosto e la prima decade di settembre 2001.

Influenza dell'altezza

Sono stati impiegati due schemi sperimentali. Nel primo sono state posizionate al centro della struttura due coppie di trappole rispettivamente a 175 e a 120 cm dal suolo. Nel secondo sono state utilizzate quattro trappole, una nel punto mediano di ciascun lato della gabbia,

poste alternativamente ad altezze di 175 e 120 cm (lati opposti con trappole alla medesima altezza). Anche in questo caso le trappole venivano sottoposte a rotazione dopo ciascuna replicazione. Le prove sono state eseguite nel mese di ottobre 2001.

Prove preliminari sulle trappole "a grappolo"

Sono state messe in funzione quattro trappole riunite a grappolo ad una altezza di 175 cm, delle quali due innescate con ghiaccio secco e due no. Ad ogni replicazione veniva effettuata la consueta rotazione individuale delle trappole. Le prove sono state eseguite nelle ultime due decadi di settembre 2001.

Confronti tra grappoli a diverso innesco

Sono stati impiegati due schemi sperimentali. Nel primo sono stati utilizzati due grappoli di quattro trappole posti agli angoli opposti della struttura, uno dei quali con due sole trappole innescate su quattro [2|2] e l'altro con tutte e quattro le trappole innescate [4|0]. Nel secondo i due grappoli avevano rispettivamente una sola su quattro [1|3] e due su quattro [2|2] trappole innescate. In entrambi gli schemi, dopo ciascuna replicazione, i grappoli venivano ruotati posizionandoli sull'angolo attiguo, in senso orario, a quello utilizzato precedentemente. Le prove sono state eseguite dall'ultima decade di aprile alla fine di maggio 2002.

Elaborazione statistica

L'analisi statistica dei dati è stata condotta mediante il test "H" non parametrico di Kruskal-Wallis (95% livello di confidenza). Questa scelta è stata fatta dopo aver verificato come, sia per la durata del trattamento che per la natura stessa dei dati di catture, non fosse possibile omogeneizzare le varianze delle diverse serie di dati e pertanto applicare dei test parametrici per il confronto tra medie.

Dopo la verifica che circa il 99% degli esemplari raccolti erano rappresentati da specie *Culex pipiens* L. è stato deciso di utilizzare per l'analisi solo le catture relative a questa specie.

Come misura di dispersione dalla media viene utilizzata la deviazione standard.

RISULTATI

Specie catturate

Sono stati raccolti 2.943 esemplari di zanzare femmina, di queste il 98,98% (2.913) appartenevano alla specie *Culex pipiens* Linnaeus, 1758. La rimanente percentuale è ripartita tra i generi *Anopheles* (0,10% con le specie *A. claviger* (Meigen, 1804) e *A. maculipennis* Meigen, 1811 s.l.), *Aedes* (0,07% con *Ae. caspius* (Pallas, 1771) e *Ae. detritus* (Haliday, 1833)) e *Culiseta* (0,85% con le specie *C. longiareolata* (Macquart, 1838) e *C. annulata* (Schrank, 1776) s.l.). Ad esclusione di *Aedes*, si tratta di specie rinvenibili nelle vasche di raccolta delle acque sorgive della zona.

Efficienza individuale delle trappole ed influenza della posizione

I dati di questa prova, che ha visto 12 replicazioni con la cattura di 736 esemplari di *C. pipiens*, sono stati elaborati confrontando i risultati ottenuti secondo tre attributi separatamente considerati: il numero della trappola (la sua individualità); il lato della gabbia cui

era appesa (posizione cardinale); il rango nelle catture (nell'ordine decrescente del numero di esemplari raccolti).

Le catture delle singole trappole non sono risultate significativamente diverse ($H=0,91$; $P=0,94$) e variano dal massimo della trappola n° 3 (media per notte di $19,42\pm 38,39$) al minimo della n° 1 ($10,75\pm 11,47$) [n° 2: $14,83\pm 14,21$; n° 4: $16,33\pm 20,02$].

Anche la posizione cardinale non ha fornito risultati significativamente diversi ($H=1,29$; $P=0,73$). Le medie per notte sono state: lato Nord $26,25\pm 39,87$, lato Sud $14,08\pm 13,02$, lato Est $11,42\pm 11,84$, lato Ovest $9,58\pm 12,93$.

Differenze significative ha invece mostrato il rango di cattura ($H=16,03$; $P=0,001$). Le catture più alte registrate da una trappola in ciascuna notte, media di $33,33\pm 38,07$, sono significativamente differenti dai due valori minori (terzo e quarto), rispettivamente con medie di $8,42\pm 8,25$ e $4,08\pm 4,40$. Tutti questi risultati non sono significativamente diversi dalle catture della trappola di secondo rango che hanno una media di $15,50\pm 13,05$.

Influenza dell'altezza dal suolo

Il primo schema sperimentale utilizzato, con le trappole disposte a coppie "in colonna", è stato replicato solo 4 volte, con la cattura di 91 *C. pipiens*, poiché i risultati hanno immediatamente evidenziato differenze statistiche ben marcate ($H=11,24$; $P=0,0007$). Le trappole poste in basso hanno infatti catturato il 97,80% del totale degli esemplari con una media per trappola per notte di $11,13\pm 8,18$ contro un valore di $0,25\pm 0,46$ delle trappole poste in alto.

Il secondo schema sperimentale, con posizionamento ai lati del cubo, replicato 6 volte con la cattura di 154 esemplari di *C. pipiens*, non ha invece mostrato differenze statisticamente significative tra i risultati delle trappole poste in alto (media per trappola per notte uguale a $5,92\pm 7,03$) e di quelle poste in basso ($6,92\pm 9,93$).

Trappole a grappolo

Le prove preliminari sulle trappole disposte a grappolo hanno visto 8 repliche, con la cattura di un totale di 337 esemplari di *C. pipiens*. Il test statistico, teso a verificare eventuali differenze nelle catture tra trappole innescate e non innescate appartenenti al medesimo grappolo, non ha fornito risultati significativi ($H=0,13$; $P=0,72$). Addirittura le trappole non innescate hanno mostrato una media di catture per notte ($14,00\pm 18,33$) superiore a quella delle innescate ($7,06\pm 7,54$).

Confronti tra grappoli a diverso innesco

L'analisi statistica, anche sulla scorta della prova preliminare precedentemente esposta, è stata eseguita utilizzando le catture dell'intero grappolo come dato singolo.

Durante la prima prova sono stati confrontati, senza ottenere differenze statisticamente significative ($H=0,70$; $P=0,40$), un grappolo con tutte le trappole innescate [4|0] ed uno con due sole trappole innescate [2|2]. Sono state eseguite 12 repliche e catturate 450 *C. pipiens*. Col sistema [4|0] sono state catturate in media $16,00\pm 10,18$ zanzare per notte, col sistema [2|2] $21,50\pm 14,09$.

Nella seconda prova, con 14 repliche e 1.145 *C. pipiens* catturate, il confronto è avvenuto, ancora senza ottenere differenze statisticamente significative ($H=0,17$; $P=0,28$), tra un sistema [2|2] ed un grappolo con una sola trappola innescata [1|3]. Col sistema [2|2] sono state catturate in media $48,64\pm 36,32$ zanzare per notte, col sistema [1|3] $33,14\pm 25,81$.

Si ricorda che questa seconda prova è stata eseguita successivamente alla precedente in presenza di densità di popolazione di zanzare più elevate.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'efficienza individuale delle trappole a ghiaccio secco di tipo CDC utilizzate durante queste prove non ha influenzato significativamente i livelli delle catture. Che fosse vero il contrario era invece stato sospettato in più occasioni (lo si può affermare per esperienza personale) dagli operatori addetti al monitoraggio degli adulti in programmi di controllo territoriale delle zanzare ed era peraltro possibile, vista la fabbricazione di tipo artigianale.

Anche la posizione cardinale (lato della gabbia) delle trappole non ha significativamente influito sui livelli delle catture quando queste venivano ripetute per un numero sufficientemente lungo di volte. In media una delle quattro trappole poste ai lati della gabbia cattura un numero di zanzare significativamente superiore alle due trappole che ne catturano meno, ma la posizione delle trappole che ottengono questi risultati può variare di notte in notte. L'unico fattore ambientale in grado di influenzare le catture con una tale variabilità sembra essere la direzione e la forza del vento.

Le altezze dal suolo che si sono volute confrontare rientrano nel range utilizzabile in pratica nei piani di monitoraggio. Nessuna differenza significativa è stata rilevata fra 175 e 120 cm con trappole poste ai lati della gabbia (distanza minima superiore ai 2 metri). Coppie di trappole poste a colonna una sopra l'altra hanno un'evidente influenza reciproca e le catture sono fortemente concentrate nella coppia più bassa.

Come già richiamato nell'introduzione, è noto che la quantità di anidride carbonica emessa per unità di tempo può influenzare il numero di zanzare catturate da una singola trappola. Questi tipo di studi sono stati generalmente effettuati utilizzando bombole di anidride carbonica allo stato liquido collegati ad erogatori più o meno sofisticati. Queste complesse apparecchiature non sono comunque esenti da problemi di utilizzo. L'approccio qui seguito è completamente diverso e scaturisce da un dato oggettivo tecnico e pratico: il modello di trappola utilizzato è in grado di erogare circa 500 g di anidride carbonica a notte, caricarlo con una quantità inferiore di ghiaccio secco significa che esso sublimerà completamente in [e quindi erogherà CO₂ per] un minor numero di ore, caricarlo con una quantità superiore significa che non si esaurirà completamente nel corso della notte.

Non volendo scegliere l'alternativa di eseguire modifiche strutturali alla trappola, si è pensato di utilizzare un "grappolo" di quattro trappole, tutte in funzione ma delle quali alcune eventualmente non innescate. Una prova preliminare ha mostrato come all'interno del grappolo le trappole non innescate catturassero un numero di zanzare non significativamente differente da quelle innescate.

Come sistema di riferimento si è utilizzato un grappolo con due trappole innescate e due non (sistema 2|2). Esso è stato confrontato con un sistema a quattro trappole innescate (4|0) e con un sistema ad una sola trappola innescata (1|3). In entrambi i casi il sistema 2|2 è risultato quello che catturava il maggior numero di zanzare ma in nessun caso queste differenze sono risultate significative.

Le prove qui riportate forniscono alcune conferme sperimentali a pratiche d'uso di queste trappole già abbondantemente adottate. In primo luogo vi è una certa tranquillità riguardo al fatto che trappole in normali condizioni d'uso e di manutenzione possiedano la medesima efficienza nonostante la fabbricazione artigianale. In secondo luogo risulta evidente che le trappole dovrebbero essere posizionate in ambienti aperti e sufficientemente omogenei

per poter “raccolgere” zanzare da tutte le direzioni cardinali. Infine le trappole non sembrano mostrare differenze significative se poste all’interno del normale range “a misura di operatore” di altezza dal suolo (1-2 metri).

Più complesso, e ancora in larga parte irrisolto, si è rivelato il tema dell’influenza della quantità di anidride carbonica erogata per unità di tempo. Il meccanismo di risposta delle zanzare al gradiente di concentrazione dell’anidride carbonica non è chiaro. Non è noto da quale direzione gli insetti si avvicinano alla trappola rispetto al vento ed al flusso proveniente dalla trappola, così come è sconosciuta l’influenza della velocità e portata di quest’ultimo.

RIASSUNTO

Prove di cattura di *Culex pipiens* con trappole a CO₂ tipo CDC sono state eseguite grazie ad un’arena sperimentale all’aperto costituita da una gabbia cubica di 3 metri di lato. L’efficienza individuale delle trappole non ha mostrato differenze significative, così come non ha influenzato le catture la direzione cardinale (lato della gabbia) in cui le trappole erano posizionate. Differenze significative sono invece state trovate fra la cattura più alta, registrata in uno qualunque dei lati, e le due più basse, registrate in altre direzioni cardinali. La significatività del rango legata da quella della posizione può essere giustificata dall’influenza di un fattore ambientale variabile, probabilmente il vento. Le catture di trappole posizionate a 120 e 175 cm dal suolo non hanno mostrato differenze significative. Gli effetti della quantità di CO₂ erogata sono stati studiati utilizzando grappoli di 4 trappole, tutte in funzione ma non tutte innescate. Preliminarmente si è verificato che all’interno del grappolo non vi fossero differenze significative tra le catture delle trappole innescate e non innescate. Un sistema a 2 inneschi è stato poi confrontato con sistemi a 4 ed a 1 innesco. In entrambi i casi non sono state riscontrate differenze significative.

BIBLIOGRAFIA

- BECKER N., ZGOMBA M., PETRIC D., LUDWIG M., 1995 - *Comparison of carbon dioxide, octenol and a host-odour as mosquito attractants in the Upper Rhine Valley, Germany.* - Med. Vet. Entomol., 9: 377-380.
- BELLINI R., 1997 - *La valutazione dei risultati.* In: La lotta alle zanzare nelle aree turistiche costiere del Parco del Delta del Po. - Anecdota Quad. bibl. “L. A. Muratori”, Comacchio, 7(1/2): 89-122.
- BELLINI R., VERONESI R., 1994 - *Il programma di lotta ai Culicidi nelle località costiere della regione Emilia-Romagna inserite nel Parco del Delta del Po.* - Atti XVII Congr. Naz. It. Entomol., Udine: 795-798.
- BELLINI R., CELLI G., PANTALEONI R. A., PROTA R., 1999 - *Environment and Mosquito Control in Coastal Areas.* In: Coastal Environment Management Proceedings, Randazzo G. Ed., Coastline 97, on CD.
- DONATI L., 1997 - *Specie nocive e loro distribuzione.* In: La lotta alle zanzare nelle aree turistiche costiere del Parco del Delta del Po. - Anecdota Quad. bibl. “L. A. Muratori”, Comacchio, 7(1/2): 47-62.
- GILLIES M. T., WILKES T. J., 1969 - *A comparison of the range of attraction of animal baits and of carbon dioxide for some West African mosquitoes.* - Bull. entomol. Res., 59: 441-456.
- KLINE D. L., WOOD J. R., CORNELL J. A., 1991 - *Interactive effects of 1-octen-3-ol and carbon dioxide on mosquito (Diptera: Culicidae) surveillance and control.* - J. Med. Entomol., 28: 254-258.
- LUNDSTROM J. O., CHIRICO J., FOLKE A., DAHL C., 1996 - *Vertical distribution of adult mosquitoes (Diptera, Culicidae) in southern and central Sweden.* - J. Vect. Ecol., 21: 159-166.
- MORRIS C. D., DEFOLIART G. R., 1969 - *A comparison of mosquito catches with miniature light traps and CO₂-baited traps.* - Mosq. News, 29: 42.
- PANTALEONI R. A., 1993. - *La lotta biologica e integrata alle zanzare nell’area del Parco del Delta del Po.* In: Le zanzare nelle aree naturali e di interesse turistico. - Anecdota Quad. bibl. “L. A. Muratori”, Comacchio, 3(1): 63-71.
- PANTALEONI R. A., 1996 - *Proposta di un indice di disturbo e di una soglia d’intervento per trattamenti adulticidi nella lotta alle zanzare.* - Disinfest. Igiene ambient., Milano, 13(2): 27-32.
- PFUNTNER A. R., REISEN W. K., DHILLON M. S., 1988 - *Vertical distribution and response of Culex mosquitoes to differing concentrations of carbon dioxide.* - Proc. Calif. Mosq. & Vect. Contr. Ass., 56: 69-74.

- REISEN W. K., PFUNTNER A. R., 1987 - *Effectiveness of five methods for sampling adult Culex mosquitoes in rural and urban habitats in San Bernardino county, California.* - J. Am. Mosq. Contr. Ass., 3: 601-606.
- REISEN W. K., MEYER R. P., TEMPELIS C. H., SPOEHEL J. J., 1990 - *Mosquito abundance and bionomics in residential communities in Orange and Los Angeles counties, California.* - J. Med. Entomol., 27: 356-367.
- SNOW W. F. - *The vertical distribution of flying mosquitoes (Diptera, Culicidae) in West African savanna.* - Bull. entomol. Res., 65: 269-277.
- ZANELLA F., 2000 - *Biocenosi delle risaie con particolare riferimento ai Culicidi.* - Disinfest. Igiene ambient., Milano, 17(1): 12-20.

Autore referente: Roberto A. Pantaleoni, sez. Entomologia agraria, Dipart. Protezione delle Piante, Università degli Studi, via E. De Nicola, 07100 Sassari; e-mail: r.pantaleoni@uniss.it