

SANITÀ PUBBLICA

# I biocidi in suinicoltura: gli aspetti applicativi del Regolamento (UE) 528/2012



VITTORIO SALA<sup>1</sup>, ELENA SALA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università di Milano

<sup>2</sup> Scuola di Specializzazione in Sanità Animale, Allevamento e Produzioni Zootecniche, Università di Milano

**I** biocidi sono sostanze chimiche o biologiche che possono essere utilizzate, singolarmente o in combinazione, per tutelare l'igiene dell'uomo e degli animali, ma anche per preservare la salubrità degli alimenti; sono applicati anche per il controllo degli animali nocivi, per mantenere la qualità ambientale o impedire il deterioramento di materiali o manufatti, per la conservazione di liquidi o fluidi e infine contro le incrostazioni di natura biologica.

Si tratta perciò di prodotti o composti destinati a privare delle loro capacità vitali organismi e microrganismi nocivi, eliminandoli dal sito di applicazione, rendendoli innocui o semplicemente impedendone l'azione.

## Il Regolamento

Un argomento di questa rilevanza è stato oggetto dell'attenzione dell'Unione europea fin dal 1998, quando è stata emanata la Direttiva n. 98/8/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 febbraio 1998, relativa all'immissione sul mercato dei biocidi, motivata dalla disomogeneità delle normative degli Stati membri in tema d'immissione in commercio e impiego di questi prodotti. Questa norma ha rappresentato il primo storico passo verso l'ordinamento e l'unificazione legislativa in un settore che avrebbe acquisito crescente importanza negli anni successivi.



La presenza aziendale dei roditori è favorita dalle falle strutturali. Un piano di derattizzazione correttamente impostato e gestito, porta vantaggi sanitari produttivi ed economici.

La sua applicazione non è stata tuttavia uniforme, né nei tempi né nella sostanza, da parte degli Stati membri, che avrebbero dovuto, come per tutte le direttive, recepirle e inserirla nella propria legislazione; ciò ha determinato l’emanazione del “Regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 maggio 2012, relativo alla messa a disposizione sul mercato e all’uso dei biocidi”, che come tale entra direttamente in vigore, prevedendo soltanto un periodo di transizione e adeguamento alle nuove disposizioni.

La parte introduttiva ne motiva l’esistenza e ne indica gli obiettivi, demandando agli Stati membri la responsabilità del controllo, dell’approvazione e dell’immissione sul mercato dei nuovi prodotti; inoltre, stabilisce i requisiti della documentazione scientifica da presentare per le domande di autorizzazione, indica le modalità per lo scambio delle informazioni e istituisce il Registro dei biocidi.

Il testo consta di 97 articoli suddivisi in diciassette capi, che trattano gli aspetti della produzione e dell’uso di queste sostanze, dalle caratteristiche per l’approvazione, all’ambito di applicazione, al rinnovo e al riesame dei principi attivi; sono indicate anche la procedura di autorizzazione semplificata nazionale e dell’Unione, nonché quelle di riconoscimento reciproco in sequenza o in parallelo, con le relative deroghe. Ogni Stato, in accordo con la propria legislazione, stabilisce le sanzioni per la sua mancata applicazione.

Sono, infine, elencati i requisiti per l’equivalenza tecnica e le indicazioni per la protezione e la condivisione dei dati, le regole per la pubblicità e l’immissione sul mercato di articoli trattati con i biocidi, per finire con le misure transitorie per il passaggio dalla Direttiva n. 98/8/CE al nuovo Regolamento. In sintesi, lo scopo principale del Regolamento è la facilitazione del riconoscimento univoco, attraverso lo snellimento delle procedure registrative e l’uniformazione delle indicazioni d’impiego; in ogni caso, tutte le attività devono avvenire sotto il controllo della Commissione europea e dell’Agenzia comunitaria per le sostanze chimiche (<https://echa.europa.eu>).

## Gli allegati tecnici

I dettagli tecnici e gli aspetti più propriamente operativi sono organizzati nei sette allegati. Il primo elenca i principi attivi per cui è prevista la procedura semplificata, mentre l’allegato II disciplina l’informazione sui principi attivi, indicando tutti i documenti necessari per presentare la domanda di approvazione, rispettivamente per le sostanze chimiche e per i microrganismi. La stessa struttura organizzativa è mantenuta nell’allegato III, che invece considera i biocidi, intesi come prodotti finali; il IV stabilisce le norme generali per l’adeguamento nel tempo dei requisiti e dei dati dei due allegati precedenti. Le diverse categorie di biocidi sono classificate nell’allegato V, dal titolo “tipi di biocidi” di cui all’articolo 2, paragrafo 1 e relative descrizioni”; prodotti e composizioni sono suddivisi in 4 gruppi e ciascuno di questi in tipi con numeri progressivi, in base alla composizione e alla destinazione d’uso.

### Gruppo 1

Nel Gruppo 1 si trovano i disinfettanti, fatta eccezione per i detersivi privi di effetti biocidi, come i detersivi liquidi o in polvere e gli analoghi. Il tipo 1 comprende i prodotti per l’igiene umana, mentre nel tipo 2 si trovano i disinfettanti e alghicidi, non destinati all’applicazione diretta sull’uomo o sugli animali, né al contatto diretto con alimenti o acque destinati al consumo umano o animale; questi composti sono solitamente impiegati nelle piscine, negli acquari, nei sistemi di condizionamento e sulle superfici, oppure inclusi nei tessuti, nelle vernici o ancora nelle materie prime destinate alla produzione di articoli con proprietà disinfettanti. Il tipo 3 include i prodotti utilizzati per l’igiene veterinaria, come saponi e i prodotti per l’igiene corporale e per la disinfezione di materiali e superfici a contatto con gli animali, in caso di ricovero o trasporto; nel tipo 4 sono invece classificati i biocidi disinfettanti utilizzati nell’ambito dell’alimentazione umana e animale per il trattamento di attrezzature, contenitori, utensili e superfici per la produzione, il trasporto, la conservazione e il consumo di alimenti e mangimi, compresi i prodotti usati nella manifattura di materiali a contatto con i prodotti alimentari. Infine, il tipo 5 comprende le sostanze per la disinfezione dell’acqua potabile.

Nel Gruppo 2 dell’allegato V sono elencati i preservanti, che si utilizzano per la conservazione delle più svariate matrici, come legno, gomme, materiali da costruzione o liquidi dei sistemi di raffreddamento; il tipo 12 di questo gruppo comprende i c.d. “slimcidi”, che servono a prevenire la formazione di sostanze viscidose in diverse produzioni industriali non alimentari. Il Gruppo 3 elenca i biocidi destinati al controllo degli animali nocivi, come rodenticidi, avicidi, molluscicidi e vermicide, ma anche pesticidi, insetticidi, acaricidi, prodotti per gli altri artropodi, repellenti e attrattivi.

Infine, nel Gruppo 4, genericamente denominato “Altri biocidi”, si trovano i prodotti anticrostazione, che prevengo-

**Tabella 1. Tipi di biocidi, di cui all'articolo 2, paragrafo 1 del Reg. (UE) 528/2012 e relative descrizioni, applicabili in suinicoltura.**

Gruppo	Tipo di prodotto	Argomento
1 – Disinfettanti	2	Disinfettanti e alghicidi non destinati all'applicazione diretta sull'uomo o animali
	3	Igiene veterinaria
	4	Settore dell'alimentazione umana e animale
	5	Acqua potabile
	14	Rodenticidi
3 – Controllo degli animali nocivi	18	Insetticidi, acaricidi e prodotti destinati al controllo degli altri artropodi
	19	Repellenti e attrattivi
	20	Controllo di altri vertebrati antincrostazione
	21	Prodotti antincrostazione
4 – Altri biocidi		

no la fissazione di micro e macro-organismi incrostanti sulle imbarcazioni e sulle attrezzature usate nell'acqua; infine, nel secondo tipo del gruppo sono catalogati i fluidi usati per l'imbalsamazione e la tassidermia.

I principali tipi di biocidi utilizzati in suinicoltura sono schematizzati nella tabella 1. L'allegato VI stabilisce i criteri per la valutazione dei dossier sui biocidi; in particolare, prende in considerazione i rischi per la salute umana e animale, quelli ambientali derivanti dall'uso protratto, gli effetti cumulativi e sinergici, le conseguenze sugli organismi bersaglio e i test di efficacia che devono essere realizzati prima della registrazione. Approvazione e utilizzo nell'Unione Europea sono subordinati all'assenza di cancerogenicità, mutagenicità o tossicità nei confronti della riproduzione, nel rispetto di quanto stabilito dal Regolamento (CE) 1272/2008 (categorie 1A o 1B); ugualmente, non possono essere approvati i principi attivi interferenti sull'attività endocrina secondo il Regolamento (CE) 907/2006. Non sono infine ammessi i principi attivi classificati come sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT), oppure molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB).

L'assenza di danno è quindi un requisito fondamentale, mentre è preferibile servirsi di biocidi che abbiano dimostrato, negli studi preliminari e nelle prove *in vitro* e in campo, un'efficacia selettiva e una capacità limitata di indurre resistenza. La tavola di concordanza tra la Direttiva n. 98/8/CE e il Regolamento (UE) n. 528/2012 è infine l'oggetto dell'allegato VII.

### Alcune considerazioni

Il Regolamento definisce dunque biocida, una qualsiasi sostanza, miscela o merce trattata, utilizzata con l'intento di distruggere, eliminare rendere innocuo qualsiasi organismo nocivo, oppure di impedirne l'azione con qualsiasi mezzo diverso dalla semplice azione fisica o meccanica; pertanto, sono considerati biocidi i composti chimici, anche tra loro differenti per caratteristiche e modalità d'azione. Talvolta e nonostante un impiego diffuso nelle filiere alimentari, il tipo

di attività e le caratteristiche tecniche non sono completamente note agli utilizzatori, come dimostra la mancanza di linee guida specifiche, che permettano di sfruttarne pienamente le potenzialità.

In suinicoltura, la biocidia ha quattro principali campi di applicazione: la microbizzazione ambientale, la formazione dei biofilm, la colonizzazione dei roditori e l'infestazione da insetti; gli interventi in questi ambiti sono evidentemente i capisaldi del piano di biosicurezza aziendale.

La microbizzazione ambientale è un problema pressoché inevitabile in tutte le produzioni animali ed è stato amplificato dall'intensivizzazione degli allevamenti; le conseguenze più evidenti sono di natura clinica, ma la loro rilevanza si estende anche in ambito economico causando perdite che interessano qualità e quantità del prodotto finale.

Non essendo ovviamente possibile annullare la contaminazione microbica, il controllo è l'unico obiettivo realizzabile e, oltretutto, contribuisce alla modulazione della capacità immunitaria dei suini; gestendo la microbizzazione in rapporto alla reattività, infatti, è possibile favorirne lo sviluppo. In generale, i virus sanitariamente più rilevanti hanno una resistenza ridotta, mentre lo stesso non si può dire per i maggiori batteri opportunisti; per questi ultimi, dev'essere inoltre valutata l'importanza dell'azione di potenziamento esercitata dal biofilm.

Oltre le manifestazioni cliniche acute, subcliniche recidivanti e croniche depauperanti la produzione, il danno vero ed economicamente più rilevante consiste nella ciclizzazione delle infezioni nell'ambiente di allevamento e negli animali che fungono da serbatoio di mantenimento; nel primo caso, l'importanza della disinfezione è facilmente comprensibile. Molto rimane ancora da fare per comprendere pienamente le basi biologiche dei fenomeni connessi alla permanenza aziendale delle infezioni nei serbatoi animali e nelle strutture d'allevamento; in questa visione s'inquadrano le informazioni e gli studi delle forme di sopravvivenza e moltiplicazione dei batteri, anche con quantità ridotte di materiale organico.



Le mosche nell'allevamento rappresentano una fonte di disturbo che genera una stimolazione pressoché continua della cute degli animali con conseguenti irritazioni o lesioni da grattamento. Inoltre, questi insetti hanno un'elevata potenzialità vettoriale biologica e meccanica nella disseminazione delle infezioni.

Particolare attenzione va dedicata alla diffusione aziendale dei biofilm, che sono la più complessa forma di "interazione organizzata" tra specie batteriche diverse, già conosciuta negli ambiti biomedico e agroalimentare, ma non sempre adeguatamente valutata in quello zootecnico. In una prospettiva di questo tipo, si può "leggere" l'allevamento come un ecosistema batterico in continuo mutamento a contatto con l'ambiente che lo circonda.

Per maggior chiarezza, ricordiamo che si può definire la biosicurezza come l'insieme degli interventi, regolari e pianificati, sull'ambiente, sugli animali e sulla gestione aziendale, allo scopo di impedire l'ingresso, la circolazione e la diffusione dei microrganismi patogeni. Perciò la limitazione del danno muove dall'organizzazione degli interventi correttivi, di cui la biocidia è parte fondamentale; le altre verifiche pianificate e i controlli periodici devono riguardare anche la qualità dell'alimentazione, dell'acqua di bevanda e dell'aria ambientale, anch'essa migliorabile attraverso l'impiego razionale dei biocidi.

I biocidi ad azione disinfettante riducono la carica microbica totale, non interferendo su vie metaboliche specifiche ma piuttosto operando su più siti bersaglio, attraverso molteplici meccanismi d'azione. Organizzazione e conduzione degli interventi di disinfezione ambientale assumono quindi una grande importanza, unitamente alle buone pratiche di lavaggio e detersione e alla corretta gestione del "tutto pieno tutto

vuoto"; le caratteristiche di resistenza dei patogeni determinano la loro sopravvivenza nell'ambiente, sulle strutture e negli impianti e perciò è necessario tenerne conto nella scelta delle modalità d'intervento, considerando che la presenza di materia organica ha un effetto protettivo talvolta consistente.

Anche la presenza di animali nocivi può essere gestita attraverso l'uso di biocidi. Di fatto, le colonie di roditori sono una criticità nella gestione delle aziende zootecniche: topi e ratti sono gli animali sinantropi più diffusi sulla terra; si sono evoluti parallelamente all'uomo, adattandosi alle progressive modificazioni dei suoi insediamenti e trovando, di volta in volta, le nicchie ecologiche più favorevoli, sia negli ambiti urbani, sia in quelli zootecnici, dove il disturbo dell'uomo non è continuativo e il cibo è sempre reperibile con facilità; i loro comportamenti e le modalità di permanenza ben si conciliano con il ruolo di vettori d'infezione di numerosi patogeni, anche a sfondo zoonosico, di natura virale, batterica, protozoaria e parassitaria.

In rapporto all'epidemiologia delle singole infezioni, sono in grado di fungere da vettore biologico o meccanico, da reservoir o ancora da ospite intermedio; non si trascuri la possibilità che la natura onnivora dei suini, li renda prede infettanti. La presenza aziendale dei roditori è anche causa di danni alle strutture, ma anche agli impianti elettrici, idrici e idropneumatici, con costi ingenti per l'allevatore e, soprattutto, ripetuti nel tempo, senza dimenticare le alterazioni delle materie

prime alimentari e dei mangimi finiti a causa della contaminazione fecale e urinaria. Considerato che la prevenzione della colonizzazione è praticamente irrealizzabile, almeno in zootecnia, è necessario adeguare le strategie di controllo, che mantengono comunque le loro regole generali e pianificarle sulla base delle osservazioni condotte in allevamento durante sopralluoghi aziendali mirati; i rilievi riguardano soprattutto le condizioni delle strutture e la mappatura delle localizzazioni delle colonie, che generalmente si trovano nelle vicinanze delle possibili vie di entrata.

Le principali vie d'ingresso sono di solito le falle strutturali, come i pertugi di passaggio delle tubature o dei cavi elettrici; sono particolarmente utilizzate dai roditori anche le condotte di aerazione, mentre la nidificazione è frequente nei sottotetti, specialmente se questi contengono materiale coibente, come lana di vetro o polistirolo. Un'ovvia attenzione va prestata anche alle aree di stoccaggio delle materie prime (granaglie) e del mangime finito, ma anche agli impianti di distribuzione. Osservazioni come la presenza delle feci e dei camminamenti, indicati dalle tracce lasciate dai piedi e dalla coda, o il riscontro di strutture, impianti e cavi danneggiati, servono ovviamente a identificare quali sono i punti strategici per disporre trappole o esche; in ogni caso è indispensabile pianificare una vera e propria strategia d'intervento, mirata a ridurre numero e dimensioni delle colonie.

Già dagli anni '50, l'impiego dei rodenticidi ha comportato diverse criticità, solo in parte risolte con l'avvento dei prodotti di seconda e terza generazione; questi ultimi, manifestando la loro azione dopo una sola assunzione e a distanza di giorni dall'ingestione, evitano che i roditori associno l'esca al suo effetto, bloccando, di fatto, la diffusione dell'informazione nella colonia.

Una gestione ottimale del programma di derattizzazione presuppone il controllo regolare delle esche e la sostituzione di quelle deteriorate o consumate interamente; ricerca, rimozione e registrazione delle carcasse dei topi/ratti morti sono gli indicatori dell'efficacia dell'intervento, la cui riduzione può essere dovuta a fattori gestionali e climatici: è necessario comprendere quante esche sono state consumate dalle specie non target liberamente circolanti in allevamento o dagli animali selvatici del territorio. Si ricordi infatti che l'anticoagulante non è specie specifico.

Anche le caratteristiche ambientali possono influire sull'efficacia della derattizzazione; infatti, il comportamento dei roditori cambia in rapporto al clima, soprattutto per quanto riguarda temperatura e precipitazioni. Quando le temperature sono più alte e la piovosità è minore, i topi/ratti aumentano la loro attività e perciò è più probabile che incontrino esche e trappole; si consideri anche la possibilità che le temperature elevate aumentino la degradazione delle esche.

Altri problemi possono derivare dalla loro scarsa appetibilità; non tutte le colonie mostrano lo stesso livello di gradimento per gli aromatizzanti utilizzati per coprire il sapore

amaro dell'anticoagulante e ciò ne diminuisce il consumo e quindi l'effetto.

La nuova frontiera dei biocidi derattizzanti, per diminuire le resistenze e l'intossicazione di specie non target, applica nuove tecnologie specie-specifiche e sviluppa prodotti che, modificando il genoma del topo/ratto rende sterile la sua discendenza.

In ogni caso, un piano di derattizzazione correttamente impostato e gestito porta vantaggi sanitari, produttivi ed economici; il controllo dei roditori in allevamento riduce la circolazione dei patogeni e l'ingresso dalle aziende limitrofe.

Riguardo al benessere, si consideri infine che i roditori provocano disturbo ai suini e che lo stress derivato può interferire sulla reattività immunitaria; pertanto, la derattizzazione può essere considerata una componente del miglioramento della produzione e del reddito per l'allevatore.

Un'altra azione di disturbo è rappresentata dalla presenza d'insetti molesti, che generano una stimolazione pressoché continua della cute degli animali, con irritazioni o lesioni da grattamento. L'intensivizzazione delle tecniche di allevamento ha, almeno in parte, selezionato le specie infestanti, eliminando quelle caratteristiche degli ecosistemi boschivi o silvestri, come le zecche, che si osservano occasionalmente nell'allevamento outdoor; nel sistema del suino tradizionale italiano, gli artropodi più presenti sono infatti mosche e zanzare.

Soprattutto le prime, grazie alle loro grandi capacità di adattamento, si sono integrate completamente nell'ambito aziendale e hanno acquisito un'elevata potenzialità vettoriale biologica e meccanica nella disseminazione delle infezioni. Infatti, una mosca adulta può ospitare e diffondere oltre 100 specie di microrganismi patogeni, responsabili di un numero altrettanto elevato di malattie prevalentemente batteriche e protozoarie negli animali e nell'uomo.

Infine, nella preparazione e nell'applicazione dei piani di controllo e prevenzione, le principali criticità sono da riferire all'ampiezza del raggio d'azione e all'elevata prolificità della maggior parte delle specie; basare la lotta agli insetti solo sull'impiego dei disinfestanti non permetterebbe di ottenere il risultato voluto, sarebbe troppo dispendiosa e soprattutto pericolosa in termini di residui ambientali. Perciò, qualsiasi intervento in quest'ambito operativo dev'essere supportato da attività di modifica strutturale e dalla bonifica ambientale: l'installazione di barriere fisiche, sotto forma di zanzariere, è assolutamente necessaria; dopo la posa, è indispensabile programmare la manutenzione periodica, che comprenda una pulizia per la rimozione delle polveri e degli insetti rimasti imprigionati e il lavaggio con acqua contenente disinfettanti e/o repellenti. Senza questi interventi, le zanzariere possono diventare esse stesse un ricettacolo di patogeni e perfino alterare la ventilazione delle porcilaie. La bonifica ambientale dev'essere eseguita sia esternamente ai capannoni, sia al loro interno, con l'obiettivo di rendere il territorio meno adatto all'annidamento e alla riproduzione degli insetti.

numerosi insetticidi disponibili sul mercato hanno come bersaglio elettivo l'esemplare adulto (adulticidi) o le larve (larvicidi); le diverse esperienze via via sviluppate nel trattamento delle infestazioni hanno dimostrato che combattere solo la forma adulta o le larve, è inconcludente perché i cicli riproduttivi si succedono in modo talmente rapido, soprattutto nei mesi primaverili-estivi, da non permettere un'azione incisiva. Perciò, i migliori risultati sono stati ottenuti attraverso la lotta integrata a entrambi gli stadi di sviluppo e riproduzione; di conseguenza, negli ultimi anni si è diffuso l'impiego di un principio attivo noto come ciromazina. Essa interferisce sul processo di muta delle larve, interrompendo il normale sviluppo delle pupe attraverso un effetto sul sistema nervoso centrale; lo stesso effetto si espleta anche sulle forme adulte, nelle quali induce malformazioni spesso letali. La natura di questi difetti varia in base allo stadio di evoluzione dell'insetto al trattamento; in caso di sopravvivenza della larva, l'insetto adulto non sarebbe comunque in grado di riprodursi per la compromissione dell'apparato riproduttore. Tuttavia, fenomeni di tolleranza o di selezione della resistenza sono stati già dimostrati negli insetti con cicli vitali molto brevi, inferiori alla settimana; questi ritmi di riproduzione favoriscono infatti il rimaneggiamento genetico, che sta alla base dei meccanismi di selezione delle resistenze alle sostanze chimiche.

La cinetica dell'acquisizione della resistenza ai biocidi non è ancora stata completamente compresa, perché le loro modalità d'azione non sono ancora del tutto chiare, ma soprattutto per la grande varietà di formulazioni e prodotti che si utilizzano; non è casuale, infatti, che i fenomeni di resistenza siano maggiori nei confronti dei composti e delle sostanze in uso da più tempo.

Per finire, si può riaffermare che i biocidi sono strumenti efficaci per controllare e ridurre il rischio biologico aziendale nelle sue diverse provenienze; inseriti in un buon sistema di gestione possono produrre risultati importanti, sui batteri e sui virus nell'ambiente di allevamento, ma anche nel controllo dei roditori e degli insetti che possono essere causa di continui ingressi e ricolonizzazioni.

Se da un lato bisogna considerare come l'espressione piena della loro efficacia possa avvenire soltanto a fronte di una gestione razionale dell'allevamento negli aspetti sanitari, produttivi ed economici, dall'altro è necessario rilevare come il Regolamento (UE) 528/2012 sui biocidi abbia rappresentato un contributo di garanzia della qualità dei prodotti disponibili, dalla produzione, alla commercializzazione, fino alla standardizzazione dei requisiti tecnici. Mancano ancora, in ambito suinicolo, linee guida tecnicamente affidabili e, soprattutto, una metodologia condivisa per la verifica dell'efficacia e della redditività dei trattamenti.

Articolo pubblicato su *Summa - animali da reddito* n. 2, marzo 2018.

### Per saperne di più

1. Abbas N., Khan H.A.A., Shad S.A. (2014). Resistance of the house fly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to lambda-cyhalothrin: mode of inheritance, realized heritability, and cross-resistance to other insecticides. *Ecotoxicology*. 23: 791-801.
2. Banjo A.D., Lawal O.A., Adeduji O.O. (2005). Bacteria and fungi isolated from housefly (*Musca domestica* L.) larvae. *African Journal of Biotechnology*. 4 (8): 780-784.
3. Campbell K.J., Beek J., Eason C.T., Glen A.S., Godwin J., Gould F., Holmes N.D., Howald G.R., Madden F.M., Ponder J.B., Threadgill D.W., Wegmann A.S., Baxter G.S. (2015). The next generation of rodent eradications: Innovative technologies and tools to improve species specificity and increase their feasibility on island. *Biological Conservation*. 185: 47-58.
4. Desvars-Larrive A., Pascal M., Gasqui P., Cosson J.F., Benoit E., Lattard V., Crespil L., Lorvelec O., Pisanu B., Teynie A., Vayssier-Taussat M., Bonnet S., Marianneau P., Lacote S., Bourhy P., Berny P., Pavo N., Le Poder S., Gilot-Fromont E., Jourdain E., Hammed A., Fourel I., Chikh F., Vourc'h G. (2017). Population genetics, community of parasites, and resistance to rodenticides in an urban brown rat (*Rattus norvegicus*) population. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184015>
5. Farooq M., Freed S. (2016). Infectivity of housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to different entomopathogenic fungi. *Brasilian Journal of Microbiology*. 47: 807-816.
6. Gusmara C. (2006). Le motivazioni sanitarie nel controllo delle infezioni da roditori. *Summa Animali Da Reddito*. 9: 53-57.
7. Holmes N., Griffiths R., Pott M., Alifano A., Will D., Wegmann A.S., Russell J.C. (2015). Factors associated with rodent eradication failure. *Biological Conservation*. 185: 8-16.
8. Kavran M., Zgomba M.F., Ignjatovic-Ćupina A.M., Lazić S.D., Petrić D.V. (2015). Choice of optimal biocide combination to control flies (Diptera: Muscidae). *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 22 (2): 243-246.
9. Ortega E.O., Fernandez-Fuentes M., Grande Burgos M. J., Abriouel H., Pérez Pulido R., Galvez A. (2013). Biocide tolerance in bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 162: 13-25.
10. Pott M., Wegmann A.S., Griffiths R., Samaniego-Herrera A., Cuthbert R.J., Brooke M.deL., Pitt W.C., Berentsen A.R., Holmes N.D., Howald G.R., Ramos-Rendon K., Russel J.C. (2015). Improving the odds: Assessing bait availability before rodent eradication to aid in selecting bait application rates. *Biological Conservation*. 185: 27-35.
11. Regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi. (2012). *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea*.