

# Il controllo della fertilità nella fauna selvatica: una soluzione praticabile?

di *Giovanna Massei*

*The Food and Environment Research Agency, Sand Hutton, York, YO41 1LZ, United Kingdom*

La mitigazione dell'impatto della fauna selvatica sulle attività antropiche è stata tradizionalmente condotta attraverso il controllo letale delle popolazioni animali. Tuttavia, una crescente richiesta del pubblico per l'attuazione di metodi di controllo non-letale ha indirizzato la ricerca verso modelli alternativi di gestione dell'impatto della fauna selvatica (Barr *et al.* 2002; Deigert *et al.* 2003; Thornton e Quinn 2009).

Fra questi ultimi, la traslocazione e il controllo di fertilità vengono considerati promettenti, soprattutto dal punto di vista del benessere animale e sono spesso attivamente promossi da vari gruppi interessati alla gestione faunistica. La traslocazione viene generalmente considerata l'opzione più rapida e umana per risolvere i conflitti uomo-fauna selvatica: si prelevano gli animali che creano problemi e si spostano in una nuova area dove sicuramente si ambienteranno quanto prima e riprenderanno

la loro vita normale senza interferire con le attività umane. Problema risolto...oppure no? Da revisioni condotte sugli studi di traslocazioni di animali problematici (Bradley *et al.* 2005, Massei *et al.* 2010) è emerso che questo metodo è tutt'altro che privo di problematiche che, nella maggioranza dei casi, superano di gran lunga i vantaggi. Lo studio ha infatti evidenziato cinque punti fondamentali che dovrebbero essere considerati da chiunque si appresti a effettuare una traslocazione di fauna selvatica:

1. *gli animali traslocati soffrono spesso di stress e traumi fisici legati alla cattura, sedazione, trasporto e rilascio in un'area sconosciuta e possibile aggressione da parte di altri animali che si trovavano già in questa area;*
2. *assieme agli animali vengono traslocati parassiti e agenti patogeni con conseguenze deleterie per altri individui e specie presenti nell'area di rilascio;*
3. *gli animali traslocati spesso si spostano per tornare nell'area nativa;*
4. *il costo delle traslocazioni, raramente riportato è spesso sottostimato;*
5. *in rarissimi casi gli studi riportano se e quanto a lungo il problema che ha causato la traslocazione è stato risolto.*

Il controllo di fertilità, che agisce sulla natalità anziché sulla mortalità, è ugualmente percepito come un metodo ben collaudato e relativamente facile da impiegare: dopo tutto milioni di persone lo usano nel mondo, quindi perché non impiegarlo anche per gli animali selvatici?

Le note che seguono illustrano i recenti sviluppi e le applicazioni del controllo della fertilità nella fauna selvatica e mirano a fornire un quadro generale dei vantaggi di questo metodo ma anche degli ostacoli e delle problematiche che devono essere ancora superate prima che la contraccezione possa essere considerata uno strumento di gestione a pieno titolo.



The Food and Environment Research Agency

## Contraccettivi per la fauna selvatica

Nell'ultimo ventennio, grazie a un rinnovato interesse del pubblico per i metodi non-letali di controllo della fauna selvatica e grazie anche a significativi progressi della tecnologia, la ricerca sul controllo della fertilità ha compiuto passi da gigante. Se da un lato i primi contraccettivi non avevano dato i risultati sperati in termini di efficacia, effetti collaterali o applicabilità sul campo, una nuova generazione di prodotti ha superato gli ostacoli iniziali. Parallelamente, l'interesse per i contraccettivi come alternativa alla sterilizzazione chirurgica ha anche investito ovini, bovini e suini da allevamento, animali da compagnia e zoo, dando così un nuovo impulso alla ricerca e alla sperimentazione in questo campo. Fra i numerosi prodotti recentemente emersi, alcuni sembrano offrire eccellenti prospettive per il controllo della fauna selvatica.

Dal punto di vista degli effetti sui singoli animali e delle applicazioni pratiche, un contraccettivo ideale per applicazioni alla gestione dei selvatici dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- efficace se somministrato in una singola dose;
- privo di effetti collaterali indesiderati;
- capace di sterilizzare la maggioranza degli animali per uno o più anni consecutivi;
- in grado di inibire la riproduzione nelle femmine ma idealmente anche nei maschi;
- somministrabile in qualsiasi momento del ciclo riproduttivo, in gravidanza e in allattamento;
- relativamente poco costoso da produrre e da somministrare sul campo;
- efficace solo sulla specie target;
- privo di effetti collaterali per animali che si cibano di carcasse trattate con tale contraccettivo;
- stabile a temperatura ambiente e idealmente in una vasta gamma di condizioni ambientali.

Nessuno dei contraccettivi attualmente disponibili in commercio o di quelli ampiamente sperimentati su animali possiede tutte le caratteristiche sopra menzionate ma alcuni prodotti ne riassumono una gran parte. Fra questi, i vaccini immunocontraccettivi sembrano offrire le migliori prospettive per la gestione dei selvatici.

Un vaccino immuno-contraccettivo funziona come un normale vaccino che, una volta somministrato, conferisce immunità verso uno specifico agente patogeno (Delves 2002). I vaccini immuno-contraccettivi causano la produzione di anticorpi che attaccano proteine o ormoni essenziali per la riproduzione. L'efficacia e la durata dell'azione di questi contraccettivi sono in parte dovute alla presenza di nuovi adiuvanti, sostanze che stimolano la produzione di anticorpi negli animali vaccinati.

Contrariamente ai vaccini contraccettivi degli anni '90, che prevedevano la somministrazione di due dosi a poche settimane l'una dall'altra, gli immuno-contraccettivi (o vaccini contraccettivi) dell'ultima generazione causano infertilità per vari anni dopo l'inoculazione di una singola dose. I vaccini mono-dose rappresentano così un importantissimo passo avanti per le applicazioni pratiche del controllo della fertilità della fauna selvatica.

Gli studi dell'ultimo ventennio si sono concentrati in particolare su due di questi contraccettivi: il vaccino PZP (*porcine zona pellucida*) e il vaccino GnRH (*gonadotropin-releasing hormone* o ormone per il rilascio delle gonadotropine). Il vaccino PZP induce anticorpi contro la zona pellucida che è una membrana proteica che avvolge l'uovo nei mammiferi e che contiene i recettori per gli spermatozoi. Gli anticorpi

prodotti dal vaccino impediscono all'uovo di essere fecondato: l'ovulazione e il comportamento riproduttivo ad essa associato avvengono normalmente ma la femmina non è in grado di concepire. Il vaccino GnRH causa la produzione di anticorpi che neutralizzano il GnRH, che a sua volta controlla la produzione di ormoni necessari per l'ovulazione e la spermatogenesi. L'attività sessuale di un animale trattato con il vaccino GnRH viene dunque sospesa fino a quando la concentrazione di questi anticorpi rimane relativamente elevata. Fra i numerosi vaccini GnRH prodotti per animali da allevamento, da compagnia e per la fauna selvatica, il GonaCon™, messo a punto dal National Wildlife Research Center negli USA come vaccino mono-dose specifico per la gestione della fauna selvatica, è quello che ha ricevuto maggiore attenzione. Entrambi i vaccini, PZP e GnRH, disponibili in formulazioni iniettabili, sono in grado di causare infertilità per diversi anni in molte specie di mammiferi dopo una singola dose (Miller *et al.* 2008, Fagerstone *et al.* 2010, Kirkpatrick *et al.* 2011).

I risultati di studi condotti con i vaccini PZP e con il GonaCon indicano che l'efficacia di questi contraccettivi, sia in termini di durata dell'effetto sulla riproduzione che della proporzione di animali resi sterili, varia in relazione alla specie, alla dose e alla formulazione (incluso il tipo di adiuvante impiegato) e probabilmente anche in relazione alle condizioni di salute degli animali (Miller *et al.* 2008 e 2009). La **Tabella 1** riporta alcuni dei risultati ottenuti con entrambi i vaccini su animali in cattività e su popolazioni di selvatici allo stato libero e illustra tale variabilità.

Il vaccino PZP, testato con successo in numerose specie, non è efficace in gatti, cani e roditori mentre il GonaCon ha sterilizzato la maggior parte delle femmine di tutte le specie sulle quali è stato impiegato (Fagerstone *et al.* 2010, Kirkpatrick *et al.* 2011). Studi a lungo termine hanno dimostrato che gli anticorpi prodotti da entrambi i vaccini diminuiscono con il tempo e che alcuni animali riprendono a riprodursi negli anni successivi alla vaccinazione. Alcuni di questi studi ha suggerito che l'efficacia dei contraccettivi, misurata come percentuale di individui resi sterili, sembra essere maggiore in cattività che in prove sul campo (Tabella 1). Queste differenze potrebbero essere dovute alle migliori condizioni di salute in cui si trovano gli animali in cattività rispetto ad animali liberi: tali condizioni potrebbero influire sul sistema immunitario e quindi sull'efficacia e sulla durata della risposta immunitaria al vaccino (Gray *et al.* 2010). I fattori che influenzano la capacità dell'individuo di fornire un'adeguata risposta immunitaria a un vaccino includono specie, sesso, età, condizioni di salute, stato riproduttivo (animali in gravidanza o in allattamento), caratteristiche genetiche della popolazione e l'esposizione a vari agenti patogeni. Comprendere il ruolo che questi fattori giocano nel determinare la risposta di un individuo o di una specie al trattamento con immuno-contraccettivi aiuterà a ottimizzare le applicazioni di controllo della fertilità in termini di specie idonee, periodo ideale per la vaccinazione e tipo di contesto. Per esempio, se la gravidanza influenza la risposta a un vaccino contraccettivo, gli animali potrebbero essere trattati prima del picco riproduttivo; oppure, se le condizioni di salute peggiorano nel periodo dell'anno in cui il cibo scarseggia, gli animali possono essere vaccinati al di fuori di tale periodo.

Nella maggior parte delle specie, la vaccinazione con GonaCon non ha avuto effetti collaterali sebbene il vaccino sia spesso associato con reazioni locali quali indurimento dei tessuti e gonfiore locale nel sito di inoculo, tipiche di altri vaccini. Ad esempio, due anni dopo la vaccinazione, 6 dei 20 gatti vaccinati con questo immuno-contraccettivo hanno mostrato un indurimento palpabile ma indolore nel sito di inoculo (Levy 2009). Sia GonaCon che il vaccino PZO, amministrati durante la gestazione non interferiscono con il parto e la nascita (Fagerstone *et al.*, 2010). Uno

studio condotto al Food and Environment Research Agency di York (UK) per valutare l'efficacia ed i possibili effetti collaterali del vaccino GonaCon sul comportamento e sulla fisiologia di cinghiali in cattività ha stabilito l'assenza di qualsiasi effetto collaterale in questa specie (Massei *et al.* 2008, Massei *et al.* in stampa). Altri studi hanno confermato questi risultati su altre specie (Miller *et al.* 2008, Fagerstone *et al.* 2010). L'unica eccezione è dovuta all'uso del GonaCon su maschi in specie di cervidi i cui palchi possono subire una crescita anomala in quanto il GonaCon influisce sul testosterone che, oltre alla riproduzione, regola anche il ciclo dei palchi.

Un effetto collaterale del vaccino PZP è legato al fatto che tale contraccettivo non previene l'ovulazione. Di conseguenza, in alcune specie gli animali trattati continuano ad entrare in estro, aumentando quindi la frequenza di contatti fra maschi e femmine (Miller *et al.* 2009). In situazioni in cui il controllo di fertilità viene attuato per evitare la trasmissione di malattie l'impiego di questo vaccino potrebbe quindi essere controproducente.

Il GonaCon è registrato come contraccettivo per il cervo dalla coda bianca negli Stati Uniti mentre il PZP è stato preparato in vari istituti di ricerca per studi specifici. Entrambi i vaccini, se ingeriti, non hanno effetto sul sistema riproduttivo perché vengono distrutti dai succhi gastrici. In tal senso sia il GonaCon che il PZP non presentano rischi secondari per animali e persone che consumano animali vaccinati.

**Tabella 1**

Studi condotti in cattività e sul campo utilizzando varie formulazioni del vaccino immunocontraccettivo PZP e del GonaCon su femmine di varie specie di mammiferi.

Specie	Numero animali	Tipo di studio	Vaccino	Risultati	Riferimenti
Cervo dalla coda bianca <i>Odocoileus virginianus</i>	5 per gruppo	Cattività	GonaCon, varie formulazioni	GonaCon-KLH sterilizza il 100% degli animali nel primo anno e il 60%, 50%, 50% e 25% nei 4 anni successivi. GonaCon-Blu sterilizza il 100% degli animali nel primo e secondo anno e l'80% nei 3 anni successivi.	Miller <i>et al.</i> 2008
Cervo dalla coda bianca	24	Campo	GonaCon-KLH	GonaCon-KLH sterilizza il 67% degli animali nel primo anno e il 44% nel secondo anno.	Gionfriddo <i>et al.</i> 2011
Cavallo selvatico <i>Equus caballus</i>	16	Cattività	GonaCon-KLH	GonaCon-KLH sterilizza il 94% degli animali nel primo anno e il 60%, 60% e 40% nei 3 anni successivi.	Killian <i>et al.</i> 2008
	12		PZP	PZP sterilizza il 100% degli animali nel primo anno e l'83% nei 3 anni successivi.	
Cavallo selvatico	17	Campo	PZP	PZP sterilizza il 95% degli animali nel primo anno e l'85%, 68% e 54% nei 3 anni successivi.	Turner <i>et al.</i> 2007
Cavallo selvatico	24	Campo	GonaCon-Blu	GonaCon-Blu sterilizza il 39% degli animali nel primo anno e il 42% e 31% nei 2 anni successivi.	Gray <i>et al.</i> 2010
	20		PZP	PZP sterilizza il 37% degli animali nel primo anno e il 50% e 44% nei 2 anni successivi.	
Cervo <i>Cervus elaphus</i>	10	Cattività	GonaCon-Blu	GonaCon-Blu sterilizza il 90% degli animali nel primo anno e il 75%, 50% e 25% nei 3 anni successivi.	Powers <i>et al.</i> in stampa
Cervo <i>Cervus elaphus</i>	Due gruppi: 10 e 12	Cattività	GonaCon-KLH	GonaCon-KLH sterilizza il 90-100% degli animali nei 3 anni successivi alla somministrazione.	Killian <i>et al.</i> 2009
Daino <i>Dama dama</i>	19	Campo	PZP	PZP sterilizza il 100% degli animali per 3 anni consecutivi.	Fraker <i>et al.</i> 2002
Cinghiale <i>Sus scrofa</i>	12	Cattività	GonaCon-KLH	GonaCon-KLH sterilizza il 92% degli animali nei 4-6 anni successivi alla somministrazione.	Massei <i>et al.</i> 2008 e Massei <i>et al.</i> [submitted]
Gatto <i>Felis catus</i>	15	Cattività	GonaCon-KLH	GonaCon-KLH sterilizza il 93% degli animali nel primo anno e il 73%, 53% e 40% nei 3 anni successivi.	Levy <i>et al.</i> 2011
Orso nero <i>Ursus americanus</i>	10-22	Cattività	PZP due dosi	PZP sterilizza l'80%-100% degli animali nel primo anno.	Lane <i>et al.</i> 2007

## Gli effetti del controllo della fertilità sulla popolazione

I risultati positivi ottenuti sinora con la messa a punto dei vaccini contraccettivi rappresentano solo il passo iniziale verso un'applicazione pratica del controllo di fertilità nella fauna selvatica. Dal momento che tali vaccini sono disponibili solo come prodotti iniettabili, un primo problema riguarda la somministrazione di queste sostanze che deve per forza prevedere la cattura degli animali. I costi relativi alla cattura di alcune specie possono essere elevati ed è consigliabile che un piano di gestione della fauna basato sull'impiego dei vaccini contraccettivi abbia nel budget una voce relativa ai costi di cattura e rilascio degli animali.

Numerosi gruppi di ricerca sono al momento impegnati nella sperimentazione di vaccini orali: la disponibilità di tali sostanze vedrà emergere un'altra serie di problemi, primo fra tutti quello del possibile impatto dei contraccettivi su specie non-target. In alcuni casi i vaccini orali potranno essere somministrati utilizzando distributori di esche messi a punto per una specie particolare. È questo il caso del BOS (Boar-Operated-System) concepito come sistema di distribuzione di esche ai cinghiali. Il BOS consiste in un palo di metallo, piantato a terra, lungo il quale scorre un cono la cui base poggia su un piatto metallico sul quale vengono poste le esche contenenti un qualsiasi vaccino. Il cono, che pesa circa 5 kg, protegge le esche e deve essere sollevato da un animale che voglia consumare tali esche (**Figura 1**). Esperimenti in cattività e sul campo hanno permesso di stabilire che il BOS consente ai soli cinghiali e non ad altre specie di cibarsi delle esche (Massei *et al.* 2010, Campbell *et al.* 2011). Un'altra sfida è rappresentata dall'individuazione di contesti e specie per cui il controllo di fertilità sia efficace, fattibile e relativamente economico rispetto ad altri metodi di gestione. In particolare l'efficacia del controllo di fertilità dipenderà dal tipo di contraccettivo impiegato, dalla frequenza con cui il vaccino viene somministrato ma anche dalla dinamica di popolazione della specie oggetto di studio e dalla possibile risposta compensativa della popolazione che può risultare in un maggior numero di femmine che si riproducono o in un aumento della natalità.

Un numero crescente di modelli teorici e di studi empirici sugli effetti del controllo della fertilità sulla dinamica di popolazione della fauna selvatica suggerisce che questo approccio potrebbe essere anche più efficace degli abbattimenti nel ridurre il numero di animali presenti in un'area (Hobbs *et al.* 2000, Bradford e Hobbs 2008). Modelli teorici hanno evidenziato come, nel contesto del controllo delle malattie della fauna selvatica, l'impiego dei contraccettivi potrebbe rendere più efficace una campagna di vaccinazione contro malattie come la rabbia o la tubercolosi, riducendo la percentuale di animali che devono essere vaccinati, o riducendo la durata stessa della campagna di vaccinazione (Ramsey 2007; Carrol *et al.* 2010).

Dal punto di vista applicativo, il controllo della fertilità si presta meglio a gestire popolazioni isolate che non animali presenti su vaste aree la cui distribuzione appare di fatto senza soluzione di continuità. Per una popolazione isolata infatti immigrazione ed emigrazione non contano ed è quindi relativamente più semplice valutare l'impatto del controllo della fertilità sul numero di effettivi che cambia solo in funzione della mortalità e della natalità.

Le domande che dovrebbe porsi chiunque intenda utilizzare i contraccettivi per limitare il numero di animali di una specie sono molte, ad esempio, quale è la proporzione di femmine da vaccinare per ottenere una diminuzione predeterminata del numero di individui? Questo implica che il numero di animali presente su un'area sia noto o quanto meno stimato: nella pratica, tuttavia, ottenere stime attendibili delle

popolazioni di selvatici è spesso complicato e costoso. Altre domande includono: è possibile vaccinare una determinata frazione di animali nei tempi previsti? Quali sono le conseguenze della vaccinazione di diverse porzioni della popolazione? è possibile riconoscere gli animali vaccinati dagli altri? Qualè la durata dell'efficacia del contraccettivo in quella particolare specie e in quel contesto? è prevedibile che la natalità delle femmine non vaccinate aumenti annullando l'effetto del controllo della fertilità? Qualè il costo previsto per l'attuazione di un tale metodo e quali sono i metodi alternativi e i relativi costi e benefici? Chi si assume la responsabilità di coprire tali costi? è possibile che l'immigrazione di nuovi animali limiti l'efficacia di un intervento di sterilizzazione?

Nel caso poi si voglia utilizzare il controllo di fertilità per limitare l'impatto della fauna selvatica sulle attività antropiche, ad esempio i danni alle colture, è necessario tenere conto del fatto che, soprattutto per specie longeve, servono anni per acquisire i benefici di questo metodo, dato che, anche se la natalità viene fortemente diminuita, gli animali rimangono vivi. Ciò significa che questi animali continuano a rappresentare, almeno nel breve termine (3-5 anni), una potenziale fonte di danni all'agricoltura, di malcontento sociale e di possibili contrasti tra i diversi gruppi di interesse.

#### Figura 1

Il BOS (Boar-Operated-System), ideato per somministrare esche a cinghiali. Le esche possono contenere vaccini di vario tipo e il dispositivo impedisce ad altre specie di cibarsene.



## Una soluzione praticabile?

Nonostante le problematiche connesse con l'applicazione del controllo di fertilità per la fauna selvatica siano molte e complesse esistono contesti e specie in cui questo metodo rappresenta una soluzione praticabile e possibile. In tutti i casi di popolazioni isolate o di animali la cui gestione non può, per varie ragioni, essere condotta attraverso abbattimenti, ad esempio in molte aree protette, l'impiego dei contraccettivi rimane uno dei pochissimi metodi validi dal punto di vista dell'efficacia e del benessere ambientale e animale.

In altri contesti, quale quello della gestione delle malattie della fauna selvatica, il controllo della fertilità è stato suggerito come possibile strumento per ridurre il tasso di contatto e di trasmissione di malattie tra gli individui. Diversi studi hanno infatti mostrato che l'abbattimento può portare a immigrazione, disgregazione sociale ed effettivamente dar luogo ad una maggiore frequenza di contatti in quanto gli animali compiono movimenti a lunga distanza, riempiono i vuoti lasciati da coloro che sono stati rimossi dalla popolazione o ristabiliscono i territori. Viceversa, il controllo della fertilità ha meno probabilità di influenzare il comportamento sociale e gli spostamenti degli animali selvatici.

Le difficoltà pratiche che si riscontrano per utilizzare il controllo della fertilità nella gestione delle popolazioni di fauna selvatica possono essere superate e gli inevitabili errori iniziali possono essere corretti con l'esperienza, con l'impiego di modelli matematici per prevedere l'impatto della contraccettazione sulla popolazione e con i primi risultati ottenuti sul campo che permettono di perfezionare il piano di gestione. La valutazione di costi e benefici dell'impiego del controllo della fertilità per mitigare i conflitti fra attività antropiche e fauna selvatica deve però essere basata su un serio studio preventivo che valuti la reale fattibilità dell'intervento, i costi e i tempi previsti per la realizzazione degli obiettivi, confrontata anche in funzione delle aspettative da parte dei vari gruppi di interesse. Troppo spesso il pubblico si entusiasma per un nuovo metodo che sembra avere tutte le risposte necessarie a risolvere un problema. Il compito della ricerca - e dei tecnici del settore - è quello di fornire gli elementi e le conoscenze di base per una visione più equilibrata, imparziale e realistica di costi e benefici di un nuovo metodo di gestione della fauna selvatica.

## Bibliografia

- Barr, J. J. F., Lurz, P. W. W., Shirley, M. D. F., and Rushton, S. P. (2002). Evaluation of immunocontraception as a publicly acceptable form of vertebrate pest species control: the introduced grey squirrel in Britain as an example. *Environmental Management* 30, 342-351.
- Bradford, J.B., and Hobbs, N.T. (2008). Regulating overabundant ungulate populations: An example for elk in Rocky Mountain National Park, Colorado. *Journal of Environmental Management* 86, 520-528.
- Bradley, E. H., Pletscher, D. H., Bangs, E. E., Kunkel, K. E., Smith, D. W., Mack, C. M., Meier, T. J., Fontaine, J. A., Niemeyer, C. C., and Jimenez, M. D. (2005). Evaluating wolf translocation as a non-lethal method to reduce livestock conflicts in the northwestern United States. *Conservation Biology* 19, 1498-1508.
- Campbell T.A., D. B Long and G. Massei (2011). Efficacy of the Boar-Operated-System to deliver baits to feral swine. *Preventive Veterinary Medicine* 98,243-249.
- Carroll, M.J., Singer, A., Smith, G.C., Cowan, D. P., and Massei, G.. (2010). The use of immunocontraception to improve rabies eradication in urban dog populations. *Wildlife Research* 37, 676-687.

- Deigert, F.A., Duncan, A. E., Frank, K.M., Lyda, R.O., and Kirkpatrick, J. F. (2003). Immunocontraception of captive exotic species. III. Contraception and population management of fallow deer (*Cervus dama*). *Zoo Biology* 22, 261-268.
- Delves, P.J. (2002). Antifertility vaccines. *Trends in Immunology* 23, 213-219.
- Fagerstone, K.A., Miller, L.A., Killian, G.J., and Yoder, C.A. (2010). Review of issues concerning the use of reproductive inhibitors, with particular emphasis on resolving human-wildlife conflicts in North America. *Integrative Zoology* 5, 15-30.
- Fraker M.A., Brown R.G., Gaunt G.E., Kerr J.A. e Pohajdak B. 2002. Long-lasting, single-dose, immunocontraception of feral fallow deer in British Columbia. *Journal of Wildlife Management* 66, 1141-1147.
- Gionfriddo J.P., DeNicola A.J., Miller L.A. e Fagerstone K. A. (2011). Efficacy of GnRH Immunocontraception of Wild White-Tailed Deer in New Jersey. *Wildlife Society Bulletin* 35,142-148.
- Gray, M.E., Thain, D. S., Cameron, E. Z., and Miller, L. A. (2010).Multi-year fertility reduction in free-roaming feral horses with single-injection immunocontraceptive formulations. *Wildlife Research* 37, 475-481.
- Hobbs, N.T., Bowden, D. C., and Baker, D. L. (2000). Effects of fertility control on populations of ungulates: General, stage-structured models. *Journal of Wildlife Management* 64, 473-491.
- Killian, G., Thain, D. S., Diehl, N., Rhyan, J., and Miller, L. (2008). Four-year contraception rates of mares treated with single-injection porcine zona pellucid and GnRH vaccines and intrauterine devices. *Wildlife Research* 35,531-539.
- Killian G.J., Kreeger T.J., Rhyan J., Fagerstone K., Miller L.A. (2009). Observations on the use of GonaCon in captive female elk (*Cervus elaphus*). *Journal of Wildlife Diseases* 45:184-188.
- Kirkpatrick, J.F., Lyda, R.O., and Frank , K.M.( 2011). Contraceptive vaccines for wildlife: a review. *American Journal of Reproductive Immunology* 66,40-50.
- Lane V. M., Liu I. K. M., Casey K., vanLeeuwen E. M. G., Flanagan D. R., Murata K., Munro C. (2007). Inoculation of female American black bears (*Ursus americanus*) with partially purified porcine zona pellucid limits cub production. *Reproduction, Fertility and Development* 19: 617-625.
- Levy, J.K., Friary, J.A., Miller, L.A., Crawford, P.C., Tucker, S.J., Fagerstone, K.A. (2011). Long-term fertility control in female cats with GonaCon™, a GnRH immunocontraceptive. *Theriogenology* 76, 1517-1525.
- Massei G., Cowan D.P., Coats J., Bellamy F., Quy R., Brash M., Miller L.A. Long-term effects of immunocontraception on wild boar fertility, physiology and behaviour. Submitted to *Wildlife Research*.
- Massei G., Quy R., Gurney J., Cowan D.P. (2010). Can translocations be used to manage human-wildlife conflicts ? *Wildlife Research* 37, 428-439.
- Massei G., Coats J., Quy R., Storer K., Cowan D.P. (2010).The BOS (Boar-Operated-System): a novel method to deliver baits to wild boar. *J. Wildlife Management* 74,333-336.
- Massei, G., Cowan, D. P., Coats, J., Gladwell, F., Lane ,J.E., and Miller ,L.A. (2008). Effect of the GnRH vaccine GonaCon™ on the fertility, physiology and behaviour of wild boar. *Wildlife Research* 35, 1-8.
- Miller L. A., Fagerstone K. A., Wagner D. C e Killian G. J. 2009. Factors contributing to the success of a single-shot, multiyear PZP immunocontraceptive vaccine for white-tailed deer. *Human-Wildlife Conflicts* 3, 103-115.
- Miller, L. A., J. P. Gionfriddo, K. A. Fagerstone, J. C. Rhyan, and G. J. Killian. 2008. The single-shot GnRH immunocontraceptive vaccine (GonaCon™) in white-tailed deer: comparison of several GnRH preparations. *American Journal of Reproductive Immunology* 60,214-223.
- Powers J.G., Baker D.L., Davis T.L., Conner M.M., Lothridge A.H.e Nett T.M. (in press). Effects of Gonadotropin-Releasing Hormone Immunization on Reproductive Function and Behavior in Captive Female Rocky Mountain Elk (*Cervus elaphus nelsoni*). *Biology of Reproduction*.
- Ramsey, D., Spencer, N., Caley, P., Efford, M., Hansen, K., Lam, M., and Cooper, D. (2006). The effect of population density on contact rates between male and female brushtail possums *Trichosurus vulpecula* and the implications for transmission of bovine tuberculosis. *Journal of Applied Ecology* 39, 806-818.
- Thornton, C. and Quinn, M. S. ( 2009). Coexisting with cougars: public perceptions, attitudes, and awareness of cougars on the urban-rural fringe of Calgary, Alberta, Canada. *Human-Wildlife Conflicts* 3,10-17.
- Turner JW, Liu IKM, Flanagan DR, Rutberg AT, Kirkpatrick JF. (2007). Immunocontraception in wild horses: one inoculation provides two years of infertility. *Journal of Wildlife Management* 71, 662-667.