

## STIME DFREML DELL'EREDITABILITÀ DI ALCUNI CARATTERI COMPORTAMENTALI IN CANI GUIDA CON UN SEMPLICE ANIMAL MODEL

DFREML ESTIMATES OF HERITABILITIES ON SOME BEHAVIOURAL  
TRAITS IN GUIDE DOGS WITH A SIMPLE ANIMAL MODEL

BARBARA VOLTINI <sup>(1)</sup>, ROBERTO LEOTTA <sup>(2)</sup>

### RIASSUNTO

La selezione per la riproduzione e per l'addestramento di cani da destinare alla guida di persone non vedenti presso la Scuola Nazionale Cani Guida per Ciechi di Scandicci si basa anche su specifici test comportamentali effettuati a 10 settimane, 6 mesi e 12 mesi d'età del cane. Ciascun cane viene valutato individualmente sulla base di 11 stimolazioni diverse a cui viene attribuito, in base alla reazione del cane, un punteggio in una scala da 1 a 5. I tratti comportamentali in oggetto sono l'esplorazione dell'ambiente, la risposta al richiamo, l'attitudine a seguire l'esaminatore, il livello di dominanza, il riporto, la reazione a forti rumori, l'aggressività con uno straccio, l'apertura di un ombrello a scatto, la reazione ad oggetti in movimento, a superfici anomale ed il passaggio su una tavola basculante. Sulla base dei record ottenuti dalla registrazione di questi test effettuati nel periodo 1999-2003 su cani di due razze; labrador e golden retriever, sono state ottenute stime di due importanti parametri genetici: l'ereditabilità ( $h^2$ ) e il valore genetico riproduttivo (EBV) dei tratti comportamentali in oggetto attraverso l'utilizzo di un Animal Model e del metodo di calcolo REML. Le stime di  $h^2$  ottenute variano tra 0,01 e 0,66 nel test delle 10 settimane d'età dei cani, tra 0,05 e 0,37 nel test dei sei mesi d'età dei cani e tra 0,01 e 0,53 nel test dei 12 mesi d'età dei cani.

Questo studio ha consentito una valutazione preliminare dei cani da destinare alla riproduzione ed all'addestramento alla guida nella popolazione canina della scuola, una comprensione di quali stimolazioni sono più significative in termini di ereditabilità e quali sono le età più significative ai fini della valutazione comportamentale del cane.

Parole chiave: Caratteri comportamentali, ereditabilità, EBV, REML, cani guida.

---

<sup>(1)</sup> Titolare di borsa di ricerca finanziata dal Rotary Club Firenze Nord nell'ambito della convenzione tra la Scuola Nazionale Cani Guida per Ciechi e la Scuola di Specializzazione in Patologia e Clinica degli Animali d'Affezione.

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Produzioni Animali, Direttore Prof. Paolo Verità.

Il lavoro è stato finanziato in parte anche con fondi MURST. Il lavoro spetta in parti uguali agli Autori (il Direttore).

## SUMMARY

Breeding and selection of guide dogs at the National Guide Dog School in Italy is partially based on behavioural tests performed at different age of dog: ten weeks, six months and twelve months. Dogs are tested individually and performances for eleven traits are judged by scores from 1 to 5. The traits are environment exploration, coming on recall, following aptitude, dominance, retrieving, reaction to noise, hanging rag reaction, umbrella test, reaction to moving object, walking on anomalous surface and on a weighing plank. Based on registrations obtained during 1999-2003, genetic parameters for two breeds, labrador and golden retriever, are estimated using an animal model and REML-analysis. The estimated heritabilities for the scored behavioural performance traits varied from 0,01 to 0,66 at ten weeks of age test, from 0,05 to 0,37 at six months of age test, from 0,01 to 0,53 at twelve months of age test.

With this preliminary study it has been possible to evaluate the dogs to be destined to the training as guide dogs in the canine population of the school, and to understand which test are more significant in terms of heritabilities and at which age they assume more meaning for the evaluation of the dogs.

Key words: Behavioural traits, heritability, EBV, REML, guide dogs.

## INTRODUZIONE

I caratteri comportamentali sono caratteri quantitativi e la stima dell'ereditabilità ( $h^2$ ) è una tappa essenziale per il disegno dei programmi di miglioramento genetico di tutte le specie domestiche.

Nei cani da lavoro (cani antidroga, cani guida, ecc.) la selezione è volta al miglioramento delle caratteristiche comportamentali che determinano le capacità di apprendimento dell'addestramento.

I caratteri comportamentali dei cani sono stati fatti oggetto di interesse da vari ricercatori (Podberscek & Serpell, 1996). Alcuni Autori hanno esaminato gli effetti materni sullo sviluppo comportamentale dei cuccioli (Wilsson, 1984; Wilsson & Sundgren, 1997), altri hanno stimato i parametri genetici dei principali tratti comportamentali in cani da lavoro (Brenoe et al., 2002; Rufenacht et al., 2002; Champness, 1996).

Ultimamente, soprattutto presso centri di allevamento ed addestramento di cani da lavoro, i programmi di selezione si basano su metodiche quantitative di valutazione dei soggetti e dei riproduttori, in precedenza utilizzate solo nelle specie da reddito.

Nell'ultimo ventennio si è affermato l'uso dell'Animal Model per le valutazioni genetiche ( $h^2$ , EBV o Estimated Breeding Value) degli

animali. Questo modello include un effetto casuale per il valore riproduttivo di ogni animale, sia per gli animali con osservazioni, che per i genitori (anche senza osservazioni), incorporando nell'analisi tutte le informazioni di parentela conosciute con l'uso della matrice di parentela (Henderson, 1988, Quass, 1976). Il metodo di stima delle componenti della varianza è basato usualmente sulla procedura di calcolo REML (Restricted Maximum Likelihood), la quale tiene conto della selezione già operata sulla popolazione in analisi e fornisce stime non viziate rispetto a quelle di ML (Maximum Likelihood) per gli effetti fissi perché massimizza solo la parte della funzione di verosimiglianza che è indipendente dagli effetti suddetti (Meyer, 1989). Inoltre, il metodo REML, ha fabbisogni di calcolo meno imponenti rispetto alla procedura ML.

Ulteriori studi hanno portato allo sviluppo di algoritmi di calcolo efficienti e alla creazione di programmi informatici specializzati per l'allevamento animale (Meyer, 1987; 1989) che hanno migliorato altri già esistenti (Harvey, 1977).

Recentemente, soprattutto presso centri di allevamento ed addestramento di cani da lavoro, i programmi di selezione si basano sulle metodiche quantitative di valutazione dei soggetti e dei riproduttori sopra descritte, in precedenza utilizzate solo nelle specie da reddito. In particolare Brenoe et al., (2002) e Ruefenacht et al. (2002), hanno stimato l' $h^2$  di caratteri comportamentali in cani da caccia ed in cani pastore tedesco utilizzando procedure di calcolo REML.

Scopo del presente lavoro è stato quello di acquisire stime delle  $h^2$  di diversi caratteri comportamentali in cani guida allevati presso la Scuola Nazionale Cani Guida (SNCG) per ciechi di Scandicci, Firenze, per la stesura di un programma di selezione finalizzato al miglioramento genetico dei soggetti da destinare alla riproduzione ed all'addestramento alla guida.

## MATERIALI E METODI

*Animali.* In questo studio sono stati utilizzati i dati ottenuti dai cani di razza Labrador e Golden Retriever nati da riproduttori di proprietà della SNCG ed affidati, all'età di 8 settimane, a famiglie di volontari che li hanno tenuti fino all'età di un anno circa, con impegno ad edu-

carli alle regole di base come la conduzione al guinzaglio e l'obbedienza ai comandi di base.

Durante il loro primo anno di vita tali cani vengono sottoposti a specifici test comportamentali effettuati a precise età: a 10 settimane, a 6 ed a 12 mesi. Con tali test vengono sottoposti ad una serie di stimoli, di difficoltà crescente all'aumentare dell'età del cane, in modo da evidenziare le reazioni dello stesso a determinati fattori stressanti e non.

*Osservazioni.* Nel presente studio i tratti comportamentali di interesse sono costituiti dai singoli sottotest e dal totale ottenuto dal cane in ciascun test all'età di 10 settimane, 6 mesi e 1 anno.

*Descrizione dei test.* I test sono stati effettuati da tre esaminatori: uno dei quali è sempre stato presente a tutti i test.

I test effettuati a 10 settimane, a 6 ed a 12 mesi sono costituiti da 10 sottotest che prendono in esame 1) l'esplorazione dell'ambiente per la valutazione dell'iniziativa e della sicurezza in sé; questo test non viene più effettuato nel test dei 12 mesi, 2) la risposta al richiamo e 3) l'attitudine a seguire per la valutazione del grado di socializzazione, 4) la reazione a situazioni di contenimento (col dorso a terra nel cucciolo, su un fianco nel cane di 6 mesi, da sollevato nel cane di 12 mesi) per la valutazione del livello di dominanza sociale del cane. Inoltre viene effettuato il 5) test del riporto per valutare il livello di interazione con l'uomo. Mentre la reazione a stimoli stressanti è misurata dai seguenti: 6) un rumore forte ed improvviso, 7) la reazione di aggressività nei confronti di un oggetto prima in movimento poi inerte (uno straccio nel cucciolo, un animale di pezza nei test dei 6 e 12 mesi), 8) l'apertura di un ombrello a scatto, 9) la reazione ad un oggetto in movimento (un'auto giocattolo in movimento nel cucciolo, un carrello della spesa nel test di 6 e 12 mesi), 10) l'attraversamento di una superficie anomala (un tappetino di gomma nel cucciolo, una griglia nel test dei 6 e 12 mesi), nel test dei 12 mesi, inoltre, viene osservata la reazione del cane al passaggio su una tavola basculante. Questi stimoli permettono di valutare sia le reazioni del cane ad oggetti o situazioni sconosciute, sia la capacità di sopportare stimoli stressanti come un rumore improvviso, ma soprattutto la capacità di riprendersi da tali situazioni di stress (*stress resilience* per gli addestratori anglosassoni) (Tab. I).

In tutti i sottotest la scala di punteggio va da 1 a 5, dove 1 e 2 deno-

**Tab. I.** Test effettuati alle diverse età del cane. *Test effectuated at dog's different ages.*

Test delle 10 settimane <i>10<sup>th</sup> weeks test</i>	Test dei 6 mesi <i>6<sup>th</sup> months test</i>	Test dei 12 mesi <i>12<sup>th</sup> months test</i>
1) Esplorazione ambiente (EA) <i>Environment exploration (EA)</i> 2) Richiamo (RI) <i>Coming on recall (RI)</i> 3) Seguito (SE) <i>Following aptitude (SE)</i> 4) Reazione al contenimento(CONT) <i>Dominance (CONT)</i> 5) Riporto (RP) <i>Retrieving (RP)</i> 6) Reazione al rumore (RU) <i>Reaction to noise (RU)</i> 7) Test dello straccio (RAS) <i>Hanging rag test (RAS)</i> 8) Test dell'ombrello (OMB) <i>Umbrella test (OMB)</i> 9) Oggetto in movimento (MOV) <i>Moving object (MOV)</i> 10) Superficie anomala(ASA) <i>Anomalous surface (ASA)</i>	1) Esplorazione ambiente (EA) <i>Environment exploration (EA)</i> 2) Richiamo (RI) <i>Coming on recall (RI)</i> 3) Seguito (SE) <i>Following aptitude (SE)</i> 4) Reazione al contenimento (CONF) <i>Dominance (CONF)</i> 5) Riporto (RP) <i>Retrieving (RP)</i> 6) Reazione al rumore (RU) <i>Reaction to noise (RU)</i> 7) Reazione all'animale di pezza (RAP) <i>Reaction toward animal toy (RAP)</i> 8) Test dell'ombrello (OMB) <i>Umbrella test (OMB)</i> 9) Oggetto in movimento(MOV) <i>Moving object (MOV)</i> 10) Superficie anomala(ASA) <i>Anomalous surface (ASA)</i>	1) Richiamo (RI) <i>Coming on recall (RI)</i> 2) Seguito (SE) <i>Following aptitude (SE)</i> 3) Reazione al contenimento (CONS) <i>Dominance (CONS)</i> 4) Riporto (RP) <i>Retrieving (RP)</i> 5) Reazione al rumore (RU) <i>Reaction to noise (RU)</i> 6) Reazione animale di pezza (RAP) <i>Reaction toward animal toy(RAP)</i> 7) Test dell'ombrello (OMB) <i>Umbrella test (OMB)</i> 8) Oggetto in movimento (MOV) <i>Moving object (MOV)</i> 9) Superficie anomala (ASA) <i>Anomalous surface (ASA)</i> 10) Tavola basculante (TAV) <i>Weighing plank (TAV)</i>

tano punteggi insufficienti, mentre 3, 4 e 5 rispettivamente sufficiente, buono e ottimo. Quindi a punteggio più alto corrisponde performance migliore.

### Analisi

Le stime delle componenti della varianza sono state ottenute attraverso Restricted Maximum Likelihood (REML) usando un algoritmo derivative-free ed adattando un animal model.

Posto che  $\mathbf{a}$  denoti il vettore degli affetti genetici additivi degli animali, ed  $\mathbf{e}$  il vettore degli errori residui; poniamo inoltre che,  $\mathbf{A}$  denoti la matrice di parentela additiva tra animali ed  $\mathbf{I}$  la matrice identità. La struttura di (co)varianza per l'analisi può essere descritta come

$$\begin{aligned} V(\mathbf{a}) &= \sigma_a^2 \mathbf{A} \\ V(\mathbf{e}) &= \sigma_e^2 \mathbf{I} \end{aligned}$$

Dove  $\sigma_a^2$  è la varianza genetica additiva e  $\sigma_e^2$  è la varianza dell'errore.

La generazione fu adattata nel modello come effetto fisso (generazione 1 *versus* 2).

Il modello di analisi usato, (Model 1 del software DFREML) è un semplice animal model con gli effetti genetici additivi degli animali come unico effetto casuale, cioè, ignorando qualsiasi altra influenza (materna, dominanza, ecc.).

Il modello è:

$$Y_{ij} = G_i + a_j + e_{ij}$$

Dove

$Y_{ij}$  è il punteggio per i valori riportati nei test EA (non nel test dei 12 mesi), RI, SE, CONT (o CONF nel test dei 6 mesi o CONS nel test dei 12 mesi), RP, RU, RAS (o RAP nei test di 6 e 12 mesi), OMB, ASA o TOT per l'animale  $j$  e la  $i^{\text{esima}}$  combinazione dell'effetto fisso della generazione;

$G_i$  è l'effetto fisso della  $i^{\text{esima}}$  generazione (due livelli,  $i = 1$  a  $2$ );

$a_j$  è l'effetto diretto genetico additivo del  $j^{\text{esimo}}$  animale;

$e_{ij}$  è l'errore residuo casuale pertinente a  $Y_{ij}$ .

Tutti i calcoli sono stati condotti usando il programma DFUNI del set DFREML (1998), impiegando la procedura del semplice per la localizzazione del massimo del log-likelihood (L) come descritto da Meyer (1989, 1991). La convergenza è stata considerata raggiunta quando la varianza dei valori della funzione ( $-2 \log L$ ) nel semplice era inferiore a  $10^{-8}$ . Il programma consente la stima del massimo (o minimo) della funzione di verosimiglianza senza la necessità di calcolarne le derivate (Graser et al., 1987).

Gli effetti razza e sesso non sono stati inclusi nel modello perché in una analisi preliminare non risultavano significativi.

*Struttura dei dati.* Tutte le informazioni disponibili dai pedigree sono state incluse nell'analisi.

I dati anagrafici dei soggetti esaminati sono stati integrati con l'identificazione dei loro genitori (popolazione di base) e raccolti in un database insieme ai dati ottenuti dalle valutazioni dei test e sottotest descritti sopra. Per la popolazione di base non erano disponibili osservazioni.

## RISULTATI

Nella Tabella II, sono riportati i risultati ottenuti ai test effettuati all'età di 10 settimane.

Dall'esame della Tabella II si rileva che la maggior parte dei caratteri (EA, RI, SE, RP, MOV, ASA) è compresa nella fascia a ereditabilità media ( $0,1 \leq h^2 \leq 0,3$ ).

I caratteri relativi ai test CONT, OMB, TOT presentano valori ad alta ereditabilità ( $h^2 \geq 0,3$ ), (0,52, 0,62 e 0,66 rispettivamente).

Per i due caratteri RU e RAS l'ereditabilità è molto bassa ed il range degli EBV è minimo (ovvero tutti i soggetti hanno pressoché lo stesso valore genetico additivo stimato).

Nella Tabella III sono riportati i risultati ottenuti ai test effettuati all'età di 6 mesi.

I caratteri a bassa ereditabilità risultano TOT, OMB, RU, RP e MOV, con i primi due che danno un risultato opposto al precedente (alta ereditabilità), mentre RU conferma i risultati del primo test (bassa  $h^2$ ).

Successivamente rileviamo ASA (0,12) con una notevole diminu-

**Tab. II.** Stime dell'ereditabilità, punteggi dei singoli sottotest e del totale (media  $\pm$  d.s.) e range dei valori riproduttivi (EBV), ottenuti su cuccioli di 10 settimane d'età. *Estimates of heritability, test score values on individual subtest and total (mean  $\pm$  s.d.) and range of EBV obtained on 10 weeks old puppies.*

Test	N° media $\pm$ d.s. average $\pm$ d.s.	$h^2$	Test score	Range EBV
1) EA	115	0,26	4,2 $\pm$ 0,63	0,65
2) RI	115	0,26	4,4 $\pm$ 0,71	1,006
3) SE	115	0,26	4,1 $\pm$ 0,77	0,977
4) CONT	109	0,50	3,9 $\pm$ 0,66	1,487
5) RP	115	0,22	4,4 $\pm$ 0,72	0,828
6) RU	115	0,01	4,0 $\pm$ 0,96	0,055
7) RAS	115	0,01	4,1 $\pm$ 0,74	0,044
8) OMB	115	0,62	3,8 $\pm$ 1,05	2,508
9) MOV	115	0,21	3,9 $\pm$ 0,99	0,869
10) ASA	114	0,28	4,2 $\pm$ 0,65	0,893
TOT	115	0,66	45,0 $\pm$ 4,68	14,274

Legenda: TOT: punteggio totale ottenuto al test, per il significato degli altri acronimi vedi Tab. I. *TOT: test total score, for the other acronyms see Tab. I.*

zione rispetto al test precedente e RAP (0,19) che rappresenta le analoghe reazioni del test RAS e perciò si nota un deciso incremento. EA e RI fanno registrare valori sostanzialmente in accordo con quelli riscontrati in precedenza.

Nella fascia ad alta ereditabilità ( $h^2 \geq 0,3$ ) riscontriamo SE, con un valore di poco superiore al precedente e CONF (0,37), che è in analogia con il test CONT (a 10 settimane) e che risultava ad alta ereditabilità.

Nella Tabella IV sono riportati i risultati ottenuti ai test effettuati all'età di 12 mesi.

Il numero dei soggetti analizzati in ciascun test è differente: quelli sottoposti al test dei 12 mesi sono in numero inferiore poiché alcune cucciolate, già valutate col primo e secondo test, non hanno ancora raggiunto l'età per il successivo (mancano i dati relativi alla seconda generazione).

I test RAP, OMB e TOT risultano ad alta ereditabilità; gli ultimi confermano quanto osservato anche a 10 settimane. Riguardo ai valori riportati nel test globale (TOT), essi depongono per il fatto che pos-



**Tab. III.** Stime dell'ereditabilità, punteggi dei singoli sottotest e del totale (media  $\pm$  d.s.) e range dei valori riproduttivi, (EBV) ottenuti su cani di 6 mesi d'età. *Estimates of heritability, test score values on individual subtest and total (mean  $\pm$  s.d.) and range of EBV obtained on 6 months old dogs.*

Test	N° Media $\pm$ d.s. average $\pm$ d.s.	h <sup>2</sup> EBV	Test score	Range
1) EA	120	0,24	4,3 $\pm$ 0,68	0,938
2) RI	121	0,24	4,6 $\pm$ 0,65	0,8
3) SE	121	0,31	4,3 $\pm$ 0,73	1,006
4) CONF	121	0,37	4,2 $\pm$ 0,75	1,692
5) RP	121	0,08	4,4 $\pm$ 0,71	0,37
6) RU	121	0,07	4,1 $\pm$ 0,98	0,35
7) RAP	120	0,19	4,1 $\pm$ 0,87	0,951
8) OMB	121	0,05	3,9 $\pm$ 1,02	0,292
9) MOV	119	0,10	4,2 $\pm$ 0,84	0,498
10) ASA	121	0,12	4,0 $\pm$ 0,97	0,573
TOT	120	0,02	46,3 $\pm$ 4,80	0,784

Legenda: TOT: punteggio totale ottenuto al test, per il significato degli altri acronimi vedi Tab. I.

*TOT: test total score, for the other acronyms see Tab. I.*

siamo attenderci una buona risposta alla selezione quando essa sia basata sui valori riproduttivi dei migliori soggetti.

I sottotest SE, CONS, mostrano un valore di  $h^2$  medio-basso (0,10-0,11), mentre TAV, MOV e RI valori medi (0,14, 0,18 e 0,27, rispettivamente), che depongono per una aspettativa nella risposta alla selezione consistente.

I sottotest RU, ASA ed RP presentano valori decisamente bassi (compresi tra 0,01 e 0,05) quindi c'è evidenza della necessità di un notevole lavoro per l'ottenimento dei risultati relativi.

## DISCUSSIONE

I risultati evidenziano una notevole variabilità dei valori di ereditabilità dei caratteri in esame. Essi variano tra 0,01 e 0,66 nei soggetti all'età di 10 settimane, tra 0,05 e 0,37 in quelli a 6 mesi e tra 0,01 e 0,53 in quelli a 12 mesi.

**Tab. IV.** Stime dell'ereditabilità, punteggi dei singoli sottotest e del totale (media  $\pm$  d.s.) e range dei valori riproduttivi, (EBV) ottenuti su cani di 12 mesi d'età. *Estimates of heritability, test score values on individual subtest and total (mean  $\pm$  s.d.) and range of EBV's obtained on 12 months old dogs.*

Test	N° Media $\pm$ d.s. average $\pm$ d.s.	h <sup>2</sup> EBV	Test score	Range
1) RI	102	0,27	4,6 $\pm$ 0,64	0,829
2) SE	103	0,11	4,7 $\pm$ 0,50	0,281
3) CONS	103	0,10	4,7 $\pm$ 0,54	1,301
4) RP	103	0,05	4,5 $\pm$ 0,76	0,272
5) RU	103	0,01	4,3 $\pm$ 0,83	0,055
6) RAP	103	0,40	4,5 $\pm$ 0,68	1,213
7) OMB	103	0,51	3,5 $\pm$ 0,95	1,957
8) MOV	103	0,18	4,5 $\pm$ 0,64	0,57
9) ASA	103	0,04	4,2 $\pm$ 0,80	0,17
10) TAV	103	0,14	4,2 $\pm$ 0,87	0,657
TOT	103	0,53	48,5 $\pm$ 3,74	8,749

Legenda: TOT: punteggio totale ottenuto al test, per il significato degli altri acronimi vedi Tab. I. *TOT: test total score, for the other acronyms see Tab. I.*

Valori diversi sono stati riscontrati anche nelle stime degli stessi test (o di test omologhi) effettuati in età diversa.

Si deve tenere conto del fatto che queste stime sono state ottenute su un set di dati limitato. Ciononostante esse ci consentono di avere un'idea dei valori dell'ereditabilità dei caratteri in oggetto e servono come base per l'impostazione del programma di selezione.

I valori osservati concordano con quelli riscontrati da altri Autori (Brenoe et al., 2002; Ruefenacht et al., 2002, Champness, 1996) nella stima dell'h<sup>2</sup> di alcuni caratteri comportamentali ritenuti utili ai fini del lavoro svolto (caccia, difesa, guida) in cani da caccia (Breton, Kurzhaar, Drahthaar), cani Pastore Tedesco ed in cani Labrador e Golden Retriever.

Confrontando l'h<sup>2</sup> ottenuta nel test del riporto (0,05), con quella riscontrata sempre nello stesso tipo di test nello studio di Champness (1996) (0,21), si osserva una notevole discrepanza. Tale discrepanza potrebbe essere imputata alle diverse metodiche di effettuazione del test.

Alcuni test mostrano valori di  $h^2$  bassi o quasi nulli a tutte le età, quali il test al rumore (RU); deponendo per uno scarso significato degli stessi nel processo di selezione. Altri test, come quello del rapporto, mostrano valori molto bassi a 6 e 12 mesi, mentre a 10 settimane il valore è consistente ( $h^2 = 0,22$ ). A questo proposito, si dovrebbe tenere presente quanto asserito da Willis (1989), che avendo riscontrato risultati simili (ereditabilità differente in caratteri misurati ad età diverse) suggerisce che per alcuni caratteri la valutazione ottimale dovrebbe essere quella del merito genetico “innato”, cioè quello misurato nel cucciolo, perché evita le interferenze dovute al processo di apprendimento (effetti dell’ambiente). Queste considerazioni, a nostro avviso, implicano la necessità di un ulteriore lavoro di ricerca, volto allo scopo di pianificare e quantificare l’utilità di queste informazioni nell’ambito del programma di selezione (verosimilmente con analisi delle correlazioni tra i test e tra i test omologhi ad età diverse).

Altre considerazioni inerenti le spiegazioni sulla variabilità osservata riguardano la validità del test utilizzato, infatti, da un nostro studio precedente (Voltini et al., 2002) e da studi di altri Autori (Champness, 1996; Wilsson & Sundgren, 1998) era emerso che il test sul cucciolo di 10 settimane poteva essere notevolmente influenzato dal momento fisiologico in cui il cane si trovava (appena svegliato, appena mangiato, ecc.), e quindi ciò potrebbe avere ripercussioni anche sulle stime dell’ereditabilità.

Infine, non possiamo dimenticare l’eventualità di miglioramenti nell’accuratezza delle stime dovute all’applicazione di modelli più complessi che prendono in considerazione effetti da noi volutamente trascurati in questo primo approccio.

Concludendo, possiamo affermare che le stime in oggetto, seppure preliminari, sono molto utili per la conoscenza dei valori di ereditabilità dei caratteri comportamentali usati per la selezione dei soggetti da destinare all’addestramento come cani guida presso la Scuola Nazionale Cani Guida di Scandicci. L’applicazione dell’Animal Model con un algoritmo REML consente di ottenere le stime suddette e fornisce inoltre le stime dei valori riproduttivi degli animali garantendo le basi per il miglioramento genetico della popolazione in oggetto.

## BIBLIOGRAFIA

- BRENOE U.T., LARSGARD A.G., JOHANESSEN K.R., ULDAL S.H. (2002). Estimates of genetic parameters for hunting performance traits in three breeds of gun hunting dogs in Norway. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 77 (3): 209-215.
- CHAMPNESS K.A. (1996). Development of a breeding programme for drug detector dogs. Department of Agriculture and Resource Management, Faculty of Agriculture, Forestry and Horticulture, The University of Melbourne, 87-94.
- DFREML (1998). User Notes ver. 3.0  $\beta$ , K. Meyer.
- GRASER H.U., SMITH S.P., TIER B. (1987). A derivative free approach for estimating variance components in animal models by Restricted Maximum Likelihood. *J. Anim. Sci.*, 64: 1362-1370.
- HARVEY W.R. (1977). Users guide for LSML76. Mixed model least squares and maximum likelihood computer program. USDA, ARS.
- HENDERSON C.R. (1988). Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. *J. Dairy Sci.*, 71 (Suppl. 2): 1-16.
- MEYER K. (1987). Restricted Maximum Likelihood to estimate variance components for mixed models with two random factors. *Gen., Sel., Evol.*, 19: 49-68.
- MEYER K. (1989). Estimation of genetic parameters. Chapter 23. In Hill W.G., McKay T.F.M. eds. *Evolution and Animal Breeding. Reviews on Molecular and Quantitative Approaches in Honour of A. Robertson*, 161-167.
- MEYER K. (1991). Estimating variances and covariances for multivariate Animal Models by Restricted Maximum Likelihood. *Gen., Sel., Evol.*, 23: 67-83.
- PODBERSCEK A.L., SERPELL J.A. (1996). The English Cocker Spaniel: preliminary findings on aggressive behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 47 (1-2): 75-89.
- QUAAS R.L. (1976). Computing the diagonal elements of a large numerator relationship matrix. *Biometrics*, 32: 949-953.
- RUEFENACHT S., GEBHARDT-HENRICH S., MIYAKE T., GAILLARD C. (2002). A behaviour test on German Sheperd dogs: Heritability of seven different traits. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 79 (2): 113-132.
- VOLTINI B., LEOTTA R., CECCHI F. (2002). Analisi della ripetibilità di test inerenti alcuni tratti comportamentali dei cani destinati all'addestramento alla guida, eseguiti a varie età. *Ann. Fac. Med. Vet. Pisa*, LV: 367-378.
- WILLIS M.B. (1989). *The genetics of the dog*. Witherby, London, 148-157.
- WILSSON E. (1984). The social interaction between mother and offspring during weaning in german sheperd dogs: individual differences in mothers and their effects on offspring. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 13: 101-112.
- WILSSON E., SUNDGREN P.E. (1997). The use of a behaviour test for selection of dogs for service and breeding: I. Method of testing and evaluating test results in the adult dog, demands on different kinds of service dogs, sex and breed differences. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 53: 279-295.
- WILSSON E., SUNDGREN P.E. (1998). Behaviour test for eight week old puppies: heritabilities for tested behaviour traits and its correspondence to adult behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 58: 151-162.