

GENETICA ED EREDITARIETÀ DEL COLORE NEL PINSCHER TEDESCO

Revisione e aggiornamento della pubblicazione del 2015

A cura di Chiara Cutugno

Premessa

Nel 2015 pubblicai un documento dedicato all'ereditarietà del colore nel Pinscher, nel tentativo di spiegare i meccanismi genetici alla base dei diversi mantelli osservabili nella razza.

A distanza di anni, ritengo doveroso rivedere e correggere quella pubblicazione.

La genetica del colore del cane è un campo nel quale la terminologia utilizzata dagli allevatori non sempre coincide perfettamente con quella genetica e, soprattutto, lo stesso nome di colore può assumere significati differenti nelle diverse razze.

Il mio precedente lavoro tendeva a sovrapporre alcuni di questi concetti e, in particolare, a semplificare eccessivamente il rapporto tra brown/chocolate, dilute, blue e Isabella/fawn.

Questa nuova versione nasce quindi con l'obiettivo di fornire una spiegazione più corretta e specificamente riferita al Pinscher tedesco, distinguendo ciò che è geneticamente possibile da ciò che è riconosciuto dallo standard FCI.

Prima di parlare di genetica: quattro concetti fondamentali

GENOTIPO



Gli alleli/geni che il cane possiede

FENOTIPO



Il modo in cui quei geni si manifestano nel mantello e nella pigmentazione

NOME DEL COLORE



Il termine utilizzato per descrivere quel fenotipo, che può cambiare a seconda della razza

STANDARD DI RAZZA



Indica quali fenotipi/colori sono riconosciuti dalla FCI per il Pinscher tedesco

Un colore geneticamente possibile non è necessariamente un colore riconosciuto dallo standard, e il nome attribuito a un fenotipo non identifica necessariamente da solo il suo genotipo.

1. Quali colori sono riconosciuti nel Pinscher tedesco?

Prima di parlare di genetica è necessario distinguere il fenotipo riconosciuto dallo standard dalle varianti genetiche che possono comparire nella popolazione.

Lo standard FCI n. 184 del Pinscher tedesco riconosce due categorie:

Unicolore

- rosso cervo;
- rosso-bruno;
- rosso-bruno scuro.

Nero focato

- nero con focature rosse o brune ben definite.

Lo standard FCI non riconosce quindi come colori ufficiali il blu, il fawn/Isabella o il cioccolato come varietà di colore previste dallo standard.

Questo non significa, tuttavia, che tali fenotipi non possano esistere geneticamente nella razza.

Il fatto che un fenotipo non sia previsto dallo standard non implica necessariamente che il relativo genotipo sia assente dalla popolazione.

È fondamentale quindi distinguere:

“colore geneticamente possibile” da “colore ammesso dallo standard”.

2. Il colore del cane è il risultato di più geni

Non esiste un unico “gene del colore”.

Il colore del mantello è il risultato dell'interazione di diversi loci, tra i quali assumono particolare importanza:

- A – Agouti/ASIP (*Agouti Signaling Protein*)
- B – Brown/TYRP1 (*Tyrosinase- Related Protein 1*)
- D – Dilute/MLPH (*Melanophilin*)
- E – Extension/MC1R (*Melanocortin 1 Receptor*)

Nel presente documento questi quattro loci vengono utilizzati come modello semplificato per comprendere i principali fenotipi discussi nel Pinscher tedesco; non rappresentano l'intero quadro genetico della pigmentazione canina.

Questi geni intervengono in momenti differenti nella produzione, distribuzione e modificazione dei pigmenti.

I due pigmenti fondamentali del mantello canino sono:

Eumelanina → nero o marrone

Feomelanina → rosso o giallo

La distinzione è fondamentale per comprendere perché il *gene Brown* e il *gene Dilute* non siano la stessa cosa.

3. Il locus A – Agouti

Il locus A, attraverso il gene ASIP, contribuisce a determinare la distribuzione della feomelanina e dell'eumelanina.

Nel Pinscher tedesco il rapporto tra rosso e nero focato è particolarmente importante.

Nel modello semplificato utilizzato qui, *Ay* è associato al pattern dominante della serie fawn/rosso, mentre *at* è associato al pattern nero focato.

Un soggetto rosso può quindi essere:

Ay/Ay

oppure

Ay/at

mentre un soggetto nero focato deve possedere due copie di *at*:

at/at.

Questo significa che due soggetti rossi possono essere entrambi portatori di "*at*" e produrre cuccioli nero focati.

Esempio

Ay/at × *Ay/at*

può produrre:

- 25% *Ay/Ay* → rosso;
- 50% *Ay/at* → rosso portatore di *at*;
- 25% *at/at* → nero focato.

È importante sottolineare che questa è una rappresentazione semplificata: l'espressione finale del colore dipende anche dall'interazione con gli altri loci.

Il gene *ASIP*, infatti, interagisce con *MC1R* e con gli altri geni coinvolti nella pigmentazione.

Il locus *A* non deve essere interpretato isolatamente: l'espressione del pattern dipende anche dall'interazione con altri loci, in particolare *MC1R/E* e *K*.

4. Il locus **B** – Brown: nero e marrone

Il locus *B*, associato al gene *TYRP1*, è uno dei punti più importanti da comprendere.

Il gene *Brown* modifica l'eumelanina, trasformando il pigmento nero in marrone.

Non modifica invece la feomelanina rossa o gialla.

In termini semplificati:

B/- → pigmento eumelaninico nero

b/b → pigmento eumelaninico marrone

L'allele "*b*" è recessivo.

Un cane:

- *B/B* non è portatore di "*b*".
- *B/b* è portatore di *brown* ma normalmente presenta pigmentazione nera.
- *b/b* esprime il fenotipo *brown* laddove è presente eumelanina.

Il termine "*B/b*" utilizzato nel documento rappresenta la classificazione genetica semplificata del locus *Brown*; il test molecolare moderno può rilevare più varianti di TYRP1 che contribuiscono al fenotipo *brown*.

5. Un Pinscher rosso può essere geneticamente *b/b*

Questo è uno dei punti più importanti e uno degli aspetti che necessitano di una correzione rispetto alla mia pubblicazione del 2015.

Un Pinscher rosso può essere:

B/B

B/b

oppure

b/b.

Perché?

Perché il locus *B* modifica l'eumelanina, mentre il mantello rosso è determinato dalla presenza di feomelanina.

Di conseguenza, un Pinscher rosso "*b/b*" può rimanere rosso nel mantello ma presentare:

- naso marrone;
- cuscinetti marroni;
- altra pigmentazione eumelaninica marrone.

La Veterinary Genetics Laboratory della UC Davis conferma espressamente che nei cani rossi "*b/b*" il mantello rosso non viene modificato dal gene *Brown*, mentre il pigmento nero presente nella cute, come quello del naso e dei cuscinetti, diventa marrone.

Questo fenotipo può quindi essere descritto in modo semplice come:

rosso con pigmentazione marrone

e non deve essere automaticamente interpretato come un cane “cioccolato” nel senso di un mantello interamente marrone.

5-bis. Il “red nose” nel Pinscher tedesco

Nel Pinscher tedesco il termine “*red nose*” viene talvolta utilizzato per descrivere un soggetto rosso con tartufo marrone. Dal punto di vista genetico, questo fenotipo è compatibile con l'omozigosi recessiva al locus *B*: *b/b*.

Il gene *TYRP1*, responsabile del locus *Brown*, modifica l'eumelanina trasformando il pigmento nero in marrone, ma non modifica la feomelanina, responsabile della colorazione rossa o gialla. Di conseguenza, un Pinscher rosso può avere un mantello che rimane visibilmente rosso pur essendo geneticamente *b/b*.

La differenza diventa evidente soprattutto nella pigmentazione della cute: il tartufo e i cuscinetti, normalmente neri nei soggetti con pigmentazione eumelaninica nera, possono apparire marroni. La UC Davis Veterinary Genetics Laboratory descrive specificamente questo fenomeno nei cani rossi *b/b*.

Pertanto, il termine “*red nose*” non identifica un allele o un locus autonomo, ma descrive un particolare fenotipo di pigmentazione del naso. Nel Pinscher rosso può rappresentare un importante indizio fenotipico della presenza del genotipo *b/b*, ma non costituisce una diagnosi genetica .

È importante inoltre distinguere il “*red nose*” dal colore brown/chocolate del mantello. Un soggetto *b/b* esprime il fenotipo *brown/chocolate* nel mantello quando è presente eumelanina nel pelo; se invece il mantello è prevalentemente costituito da feomelanina, come nel Pinscher rosso, il pelo può rimanere rosso mentre la pigmentazione cutanea diventa marrone.

In altre parole:

b/b + eumelanina nel pelo → brown/chocolate

b/b + mantello prevalentemente feomelaninico → rosso con pigmentazione marrone (“*red nose*”)

Questo è uno dei motivi per cui il semplice nome del colore non è sufficiente per dedurre il genotipo di un Pinscher. Il colore del tartufo può suggerire una determinata combinazione genetica, ma il fenotipo non sostituisce il test genetico.

6. Il vero chocolate

Se invece l'eumelanina costituisce una parte visibile del mantello, la presenza di "*b/b*" può trasformare il pigmento nero in marrone.

Per esempio, nel pattern nero focato:

at/at B/- → nero focato

mentre:

at/at b/b → brown/chocolate con focature.

Il secondo fenotipo non è ammesso dallo standard FCI del Pinscher tedesco.

È quindi possibile che nella popolazione esistano soggetti geneticamente portatori di "*b*", senza che questo sia necessariamente evidente osservando il cane.

7. Brown e dilute sono due cose diverse

Questa distinzione è essenziale.

Il *gene B* determina il *brown*.

Il *locus D*, principalmente associato a MLPH nei Pinscher, è associato alla diluizione del pigmento.

Sono quindi due loci differenti.

Brown

B → pigmento nero

b/b → pigmento marrone

Dilute

D/- → pigmentazione normale

d/d → pigmentazione diluita

Il fenotipo diluito nei Pinscher è fortemente associato a varianti di *MLPH*, *melanophilin*.

La diluizione è un carattere autosomico recessivo: per manifestarsi sono necessarie due copie della variante recessiva.

8. Il blu: nero diluito

Nel Pinscher nero focato, la presenza del genotipo diluito può trasformare le aree nere in una tonalità blu/ardesia.

In forma semplificata:

at/at $B/-$ $D/-$ → nero focato

at/at $B/-$ d/d → blu focato.

Il colore blu è quindi una diluizione dell'eumelanina nera.

La ricerca scientifica condotta specificamente sui Pinscher ha studiato 143 German Pinscher e ha riscontrato una forte associazione tra il fenotipo diluito e varianti del gene *MLPH*.

9. Fawn e Isabella: perché la terminologia può confondere

Il termine Isabella è particolarmente problematico perché non viene utilizzato in maniera identica in tutte le razze.

Nella nomenclatura genetica generale, la combinazione b/b d/d determina una diluizione dell'eumelanina marrone, un fenotipo che in diverse nomenclature viene indicato come *lilac* o *Isabella*. Tuttavia, nella letteratura specifica sui Pinscher, "*Isabella fawn*" viene utilizzato in un contesto fenotipico più ampio legato alla diluizione.

La UC Davis, ad esempio, descrive il *locus D* come responsabile della trasformazione:

nero → blu e marrone → lilac/Isabella.

Ma nella letteratura specifica sui Pinscher la terminologia è diversa e viene utilizzato il termine *Isabella fawn* per i fenotipi diluiti dei Pinscher.

Lo studio di Philipp e collaboratori del 2005, che comprendeva 143 German Pinscher, distingue quattro categorie cromatiche osservate nei Pinscher:

- black-and-tan;
- brown or red;
- blue;
- Isabella fawn.

Gli autori classificano *blue* e *Isabella fawn* come fenotipi diluiti.

Un altro lavoro degli stessi autori precisa che nei Pinscher:

«la diluizione del pigmento nero produce il fenotipo blue, mentre la diluizione dei soggetti rossi o marroni viene definita fawn o Isabella fawn.»

Per questo motivo è scorretto utilizzare il termine “Isabella” come se identificasse universalmente un unico genotipo indipendentemente dalla razza.

Il nome del colore deve sempre essere interpretato nel contesto della razza e, soprattutto, dei geni che lo producono.

10. Quindi il fawn del Pinscher tedesco è “diluito del rosso”?

La risposta richiede una precisazione.

Il fenomeno della diluizione interessa il pigmento presente nel mantello. Nei Pinscher la letteratura scientifica identifica il fenotipo diluito blue nelle aree normalmente nere e fawn/Isabella fawn nei soggetti con pigmentazione rossa o marrone.

Per questo, nella descrizione del Pinscher tedesco, è più corretto parlare di:

fenotipo fawn/Isabella associato alla diluizione

piuttosto che affermare semplicemente:

“Isabella = chocolate diluito”

oppure:

“Isabella = sempre rosso diluito”.

La seconda formulazione è infatti troppo assoluta e non riflette la complessità della genetica del colore nei Pinscher.

11. Una combinazione particolarmente interessante: rosso + brown

Immaginiamo un Pinscher rosso:

Ay/-

Se è:

B/B

avrà normalmente pigmentazione eumelaninica nera.

Se è:

B/b

sarà portatore di brown.

Se è:

b/b

potrà essere rosso con pigmentazione eumelaninica marrone, quindi con il caratteristico naso marrone e cuscinetti marroni.

Questo significa che due cani apparentemente rossi possono trasmettere una variante recessiva che non è evidente dal loro mantello.

Cosa possiamo sapere guardando un Pinscher rosso?

Fenotipo	Possibili genotipi B
rosso con pigmentazione nera	<i>B/B</i> oppure <i>B/b</i>
rosso con pigmentazione marrone	<i>b/b</i>

Il fenotipo permette quindi, in alcuni casi, di escludere un genotipo, ma non di distinguere sempre *B/B* da *B/b*

12. Esempio di accoppiamento

Consideriamo, a titolo puramente genetico, una femmina:

at/at b/b

brown/chocolate-focata

e un maschio rosso:

$Ay/at\ B/b$

rosso portatore di brown e di "at".

Per il *locus A*:

- 50% Ay/at → rosso;

- 50% at/at → focato.

Per il *locus B*:

- 50% B/b ;

- 50% b/b .

Combinando i due loci, teoricamente potremmo ottenere:

- 25% rosso B/b ;

- 25% rosso b/b → rosso con pigmentazione marrone;

- 25% nero focato B/b ;

- 25% chocolate-focato b/b .

Questi calcoli sono naturalmente semplificati e considerano soltanto i loci presi in esame.

Le percentuali sono teoriche e valgono per i loci considerati, assumendo segregazione mendeliana e indipendenza dei loci. Non rappresentano una previsione completa dei colori dei cuccioli.

13. Come evitare i cuccioli rossi con naso marrone?

Se l'obiettivo dell'allevatore è evitare la nascita di soggetti rossi " b/b ", bisogna considerare il genotipo dei riproduttori per il *locus B*.

Un soggetto:

B/B non può trasmettere " b ".

Un soggetto:

B/b può trasmettere "b" al 50% della progenie.

Due portatori:

$B/b \times B/b$

possono produrre:

- 25% B/B ;
- 50% B/b ;
- 25% b/b .

Pertanto, se si vuole eliminare geneticamente la possibilità di cuccioli " b/b " in un determinato accoppiamento, almeno uno dei due riproduttori deve essere " B/B ".

Questo è un punto importante anche per correggere un equivoco frequente: accoppiare un soggetto portatore di brown con un altro portatore non elimina il rischio; al contrario, mantiene una probabilità del 25% di produrre soggetti " b/b ".

Questo vale per il singolo accoppiamento e per il *locus B*; non significa che un riproduttore B/B sia necessariamente la scelta migliore sotto tutti gli altri aspetti genetici o selettivi.

14. B e D possono combinarsi

I due loci possono naturalmente interagire.

In forma estremamente semplificata:

Genotipo | Effetto

$B/- D/-$ | eumelanina nera normale

$B/- d/d$ | eumelanina nera diluita → blu

$b/b D/-$ | eumelanina marrone → chocolate

$b/b d/d$ | eumelanina marrone diluita → spesso chiamata *lilac/Isabella* in alcune nomenclature

Ma questa tabella non deve essere utilizzata per assegnare automaticamente il nome del colore nel Pinscher tedesco.

La nomenclatura fenotipica cambia tra le razze.

È proprio questa differenza terminologica che ha contribuito alla confusione tra Pinscher tedesco e Dobermann.

15. Pinscher tedesco e Dobermann non devono essere utilizzati come sinonimi genetici

Pinscher tedesco e Dobermann condividono parte della genetica della pigmentazione, ma gli standard di razza e la nomenclatura dei colori non sono identici.

La FCI, ad esempio, distingue chiaramente i due standard:

German Pinscher: rosso e nero focato.

Dobermann: nero con focature rosso-ruggine oppure marrone con focature rosso-ruggine.

La presenza di una combinazione genetica compatibile con un colore osservato in un'altra razza non implica che quel colore debba essere denominato o interpretato nello stesso modo nel Pinscher tedesco.

Inoltre, nella letteratura genetica sui Pinscher, i termini *blue* e *Isabella fawn* sono utilizzati per descrivere i fenotipi diluiti, indipendentemente dalla terminologia che può essere utilizzata dagli allevatori di altre razze.

Per questo motivo, quando si parla di colore nel Pinscher tedesco, è preferibile partire sempre dal genotipo e dal pigmento interessato, anziché dal semplice nome commerciale del colore.

16. Il gene *E* e la produzione dei pigmenti

Il locus *E*, determinato al gene MC1R, partecipa alla regolazione della produzione di eumelanina e feomelanina. (MC1R contribuisce a regolare il passaggio tra produzione di eumelanina e feomelanina nel follicolo.).

Il sistema MC1R interagisce con ASIP e con altri geni per determinare quale pigmento viene prodotto e dove.

In termini generali:

eumelanina → nero/marrone

feomelanina → rosso/giallo.

Il gene Brown non modifica la feomelanina: questo è il motivo per cui un cane rosso "*b/b*" può mantenere il mantello rosso pur avendo naso e cuscinetti marroni.

17. La diluizione e la salute del mantello

La diluizione non è soltanto una caratteristica estetica.

Nei Pinscher il fenotipo diluito è stato associato a una maggiore prevalenza di *Color Dilution Alopecia (CDA)*.

La CDA può determinare:

- progressiva perdita del pelo;
- alterazioni dei follicoli;
- rottura dei fusti piliferi;
- possibili infezioni follicolari ricorrenti.

L'associazione non significa che ogni soggetto diluito svilupperà necessariamente CDA.

Lo studio di Philipp et al. ha analizzato proprio il rapporto tra MLPH, diluizione del colore e CDA nei Pinscher, compresi i German Pinscher.

La presenza di un gene di colore non deve quindi essere considerata esclusivamente dal punto di vista estetico: nella selezione della razza deve sempre essere valutato anche il possibile impatto sulla salute. La valutazione delle varianti di colore dovrebbe quindi essere integrata con considerazioni sulla salute, sulla diversità genetica e sugli obiettivi complessivi del programma di selezione

18. Cosa dovrebbe sapere un allevatore

Il colore visibile di un Pinscher non permette necessariamente di conoscere tutti i geni che il soggetto porta.

Un Pinscher rosso può essere:

Ay/Ay oppure *Ay/at*

e contemporaneamente:

B/B, *B/b* oppure *b/b*

e inoltre:

D/D, *D/d* oppure *d/d*.

Un soggetto apparentemente normale può quindi essere portatore di una variante recessiva che potrà manifestarsi nella generazione successiva.

Per questo motivo, quando una determinata variante genetica è rilevante per il programma di allevamento, il test genetico è preferibile alla semplice valutazione fenotipica.

Per una rappresentazione completa della pigmentazione canina entrano in gioco anche altri loci, tra cui *K/DEFB103*; il presente documento non li tratta in dettaglio.

19. In sintesi

La genetica del colore del Pinscher tedesco può essere riassunta attraverso quattro sistemi principali:

Locus| Gene| Funzione principale

A| ASIP| Distribuzione di eumelanina e feomelanina

B| TYRP1| Nero → marrone

D| MLPH| Diluizione del pigmento

E| MC1R| Regolazione della produzione di eumelanina/feomelanina

Da ricordare soprattutto:

BROWN ≠ DILUTE

Il *brown* ("*b/b*") trasforma l'eumelanina nera in marrone.

Il *dilute* ("*d/d*") altera la distribuzione del pigmento e lo rende più chiaro.

Sono due meccanismi genetici differenti.

Un Pinscher rosso può essere *b/b*

Il mantello può rimanere rosso perché il *gene B* non modifica la feomelanina, mentre naso e cuscinetti possono diventare marroni.

Il blu è un fenotipo diluito del pigmento nero

Nel Pinscher nero focato, "*d/d*" produce il fenotipo blu nelle aree normalmente nere.

Fawn/Isabella è una terminologia di razza, non un sinonimo universale di un singolo genotipo

La letteratura specifica sui Pinscher utilizza il termine *Isabella fawn* per i fenotipi diluiti e distingue questo fenotipo dal *blue*.

Il nome del colore non è sufficiente per conoscere il genotipo

Per la selezione è necessario considerare l'insieme dei loci e, quando necessario, ricorrere ai test genetici, in quanto non è possibile dedurre automaticamente il genotipo completo di un Pinscher dal solo colore del mantello.

Quando una specifica variante genetica è rilevante per un programma di allevamento, il test genetico costituisce lo strumento più affidabile per determinarne lo stato.

Figura 1 – Esempi rappresentativi dei principali fenotipi di colore e pigmentazione nel Pinscher tedesco



Dall'alto a sinistra in senso orario: nero focato (at/at $B/-$ $D/-$), fulvo ($Ay/-$ $B/-$ $D/-$), blu focato (at/at $B/-$ d/d), rosso con pigmentazione marrone ($Ay/-$ b/b $D/-$), cioccolato (marrone focato) (at/at b/b $D/-$), Isabella/fawn ($Ay/-$ b/b d/d).

Le combinazioni genetiche indicate sono **rappresentative** e considerano principalmente i loci A, B e D descritti nel presente documento. L'aspetto del mantello e della pigmentazione dipende dall'interazione tra più loci genetici.

Nota importante: l'immagine, realizzata mediante AI, ha esclusivamente **scopo didattico e illustrativo**. I soggetti raffigurati non rappresentano fotografie di cani reali né

costituiscono una rappresentazione standardizzata dei colori della razza. I fenotipi possono variare per intensità, tonalità e distribuzione delle marcature.

20. Una precisazione personale sulla precedente pubblicazione

Questa pubblicazione costituisce una revisione della mia precedente pubblicazione del 2015, intitolata “Ereditarietà del colore nel Pinscher”.

Quel lavoro rappresentò un tentativo di raccogliere e rendere comprensibili le conoscenze allora disponibili, ma alcune parti, soprattutto quelle relative all'interazione tra brown, dilute e Isabella/fawn, erano formulate in maniera eccessivamente semplificata e non distinguevano sufficientemente la terminologia utilizzata nelle diverse razze.

Ritengo quindi corretto, a distanza di anni, aggiornare pubblicamente quelle informazioni.

La correzione non riguarda il principio generale secondo cui il colore del mantello è determinato dall'interazione di più geni, ma riguarda soprattutto l'interpretazione dei singoli loci e la nomenclatura dei fenotipi, che può essere descritta in modo più preciso alla luce della letteratura genetica disponibile e degli studi specifici condotti sui Pinscher.

Chiara Cutugno

FONTI

FCI – Fédération Cynologique Internationale.

FCI Standard No. 184 – German Pinscher (Deutscher Pinscher).

Standard ufficiale della razza, con indicazione dei colori riconosciuti: deer red, reddish-brown to dark red-brown e black and tan.

Pubblicazione dello standard ufficiale vigente: 06.03.2007.

[FCI – German Pinscher, Standard No. 184](#)

Philipp U., Quignon P., Scott A., André C., Breen M., Leeb T. (2005).

Chromosomal Assignment of the Canine Melanophilin Gene (MLPH): A Candidate Gene for Coat Color Dilution in Pinschers.

Journal of Heredity, 96(7), 774–776.

DOI: 10.1093/jhered/esi079.

Studio specifico sui Pinscher, importante per la relazione tra MLPH e diluizione del colore e per la terminologia blue, fawn e Isabella fawn.

Philipp U., Hamann H., Mecklenburg L., Nishino S., Mignot E., Günzel-Apel A.-R., Schmutz S. M., Leeb T. (2005).

Polymorphisms within the canine MLPH gene are associated with dilute coat color in dogs.

BMC Genetics, 6, 34.

DOI: 10.1186/1471-2156-6-34.

Studio fondamentale sull'associazione tra varianti di MLPH e fenotipo dilute; comprende anche soggetti Pinscher.

Veterinary Genetics Laboratory – University of California, Davis.

Brown (B Locus/Chocolate/Liver).

Fonte specifica per il locus B/TYRP1, la trasmissione recessiva del brown e il fenotipo dei soggetti b/b. Conferma inoltre che il gene Brown modifica l'eumelanina ma non la feomelanina e che nei soggetti rossi b/b possono comparire naso e cuscinetti marroni.

Veterinary Genetics Laboratory – University of California, Davis.

Dog Coat Color and Type.

Risorsa generale sulla genetica del colore del cane, comprendente i loci A/ASIP, E/MC1R, K, B/TYRP1 e D/MLPH e la distinzione tra eumelanina e feomelanina. Utile anche per la distinzione tra black → blue e brown → lilac/Isabella.

Veterinary Genetics Laboratory – University of California, Davis.

Dog Coat Color – Basic Panel (All Breeds).

Fonte di riferimento per i principali test genetici relativi ai loci MC1R/E, ASIP/A, TYRP1/B e MLPH/D.

Brancaion L., Haase B., Wade C. M. (2022).

Canine coat pigmentation genetics: a review.

Animal Genetics, 53(1), 3–34.

DOI: 10.1111/age.13154.

Review generale e aggiornata della genetica della pigmentazione canina, utile per contestualizzare l'interazione tra loci, la complessità della genetica del mantello e le possibili implicazioni sanitarie.

Nota finale

La pubblicazione del 2015 rappresenta una parte della storia della divulgazione della genetica del colore nel Pinscher tedesco. La presente versione costituisce una revisione e un aggiornamento di quel lavoro, alla luce della letteratura scientifica disponibile e degli studi genetici specifici condotti sui Pinscher.

L'obiettivo di questa revisione non è stabilire quale denominazione del colore sia “giusta” in assoluto, ma evitare di applicare acriticamente la terminologia utilizzata in una razza a un'altra.

Nel presente documento vengono pertanto distinti, per quanto possibile, *genotipo*, *fenotipo*, *denominazione del colore* e *standard di razza*. Un colore geneticamente possibile non è necessariamente un colore riconosciuto dallo standard FCI, così come il nome attribuito a un determinato fenotipo non consente necessariamente di dedurne il genotipo.

Quando una determinata variante genetica è rilevante per la selezione, il fenotipo osservabile non deve essere considerato sufficiente per stabilire il genotipo: in questi casi, il *test genetico rappresenta lo strumento più affidabile per determinarne lo stato*.

Questa revisione deve pertanto essere considerata la versione aggiornata del lavoro del 2015, con particolare attenzione alla distinzione tra *brown*, *dilute*, *blue* e *fawn/Isabella* e alla terminologia specifica utilizzata nella razza Pinscher tedesco.