

Mi permetto di riportare un articolo molto interessante utile a chiunque si interessi al mondo della selezione cinofila che illustra le regole della trasmissione dei geni per quanto riguarda i colori. Ritengo utile ricordare che è disponibile un test genetico che permette di avere la sicurezza di che colorazioni/diluizioni il soggetto in questione è portatore (e che permette quindi di evitare la nascita di soggetti con problemi di salute legati a specifiche colorazioni)

marula furlan

La Genetica applicata al cane

A cura di Alessandra Delfanti

Brevi cenni di genetica generale

Perché a volte da genitori dello stesso colore nascono figli con colorazioni differenti? Perché da due dalmata bianco-fegato nascono sempre e solo cuccioli bianco-fegato, mentre da due bianco-neri possono nascere cuccioli sia bianco-neri che bianco-fegato? Nelle pagine che seguiranno si cercherà di chiarire che tutto questo non avviene a caso ma seguendo precise leggi di genetica.

Le caratteristiche di ogni individuo sono, infatti, scritte nei geni. Ma ciò che un individuo è in grado di trasmettere, non sempre corrisponde a ciò che manifesta. È necessario distinguere, infatti, tra **genotipo** e **fenotipo**:

Il "fenotipo" è l'insieme di caratteristiche genetiche visibili. Il "genotipo" è invece l'effettiva composizione delle informazioni genetiche di un individuo, comprese quelle visivamente nascoste ma che possono essere tramandate alle generazioni successive.

Il motivo per cui, a volte, i figli non somigliano a nessuno dei genitori, sta nel fatto che i geni sono doppi. I geni sono infatti "informazioni" contenute nel DNA, ereditati a coppie da entrambi i genitori. Ogni coppia è formata da un gene ereditato dalla madre e uno dal padre.

Ogni specifico gene responsabile di una determinata caratteristica (es. colore, lunghezza del pelo, statura, portamento delle orecchie) si trova sempre nel medesimo tratto del DNA (detto "locus") e la varietà di geni possibili per quel determinato tratto varia da locus a locus: queste diverse possibilità per uno stesso locus si chiamano "alleli". Per fare un esempio il gene responsabile del mantello pezzato "S" (dall'inglese spot = macchia) può essere formato dagli alleli "S" (mantello solido senza macchie bianche), "si" (estremità bianche), "s" (fondo bianco con macchie), "se" (completamente bianco o con macchie limitatissime). Il gene responsabile della lunghezza del pelo potrà a sua volta avere diversi alleli che contengono informazioni diverse (pelo lungo, pelo

corto, ecc.). I geni alleli tra loro occupano la stessa posizione sul medesimo cromosoma.

Solitamente tra alleli di uno stesso locus esiste una scala di dominanza di modo che, nel caso di una coppia eterozigote (una coppia di alleli diversi tra loro), sarà quello dominante a manifestarsi nel "fenotipo". Il gene recessivo, non visibile, potrà comunque essere tramandato alle generazioni successive.

Il primo studioso che ha scoperto i fondamenti della trasmissione dei caratteri ereditari è stato Gregorio Mendel che pubblicò i risultati delle sue ricerche nel 1865. Le osservazioni riportate sono ancor oggi il cardine su cui si basano tutti gli studi di genetica.

1^a legge di Mendel - Dominanza

Vedremo ora come si trasmette un carattere in un tipico esempio di dominanza.

Incrociamo, ad esempio, due boxer: uno fulvo e uno tigrato. Chiamiamo "E^{br}" (brindle = tigrato) il gene responsabile della tigratura e "E", il suo allele responsabile della "non tigratura", cioè determinante un mantello fulvo. Ammettiamo di avere due soggetti omozigoti (cioè aventi una coppia di alleli uguali e quindi in grado di trasmettere solamente il tipo di mantello manifestato):

Padre EE x Madre E^{br}E^{br} =

		gameti della madre	
		E ^{br}	E ^{br}
gameti del padre	E	E ^{br} E	E ^{br} E
	E	E ^{br} E	E ^{br} E

Il padre "EE" trasmette ai figli solo "E". La madre "E^{br}E^{br}" trasmette ai figli solo "E^{br}".

È ovvio che tutti i figli avranno un corredo genetico di "E^{br}E".

Si dice che un allele è dominante, se questo prevale sull'altro impedendogli di manifestare la sua azione. È questo il caso del tigrato. I soggetti "E^{br}E" hanno un **fenotipo** (apparenza) del tutto simile a quello degli "E^{br}E^{br}", cioè, ai nostri occhi, sono dei normalissimi tigrati. Il **genotipo**, però, è diverso: infatti sono eterozigoti, cioè in grado di trasmettere alla discendenza un carattere (il fulvo) che non presentano.

Vediamo come:

dall'incrocio dei due tigrati eterozigoti E^{br}E, si avrà:

Padre E^{br}E x Madre E^{br}E =

		gameti della madre	
		E ^{br}	E
gameti del padre	E ^{br}	E ^{br} E ^{br}	E ^{br} E
	E	E ^{br} E	EE

Entrambi i genitori sono in possesso di entrambi gli alleli "E^{br}" ed "E" e producono due diversi tipi di gameti: da ogni genitore, il 50% dei figli riceverà "E^{br}" e il 50% riceverà "E". La combinazione dei gameti paterni e materni dà luogo a un risultato deducibile dalla tabella a doppia entrata sopra riportata.

Genotipo: 25% E^{br}E^{br} tigrati omozigoti
 50% E^{br}E tigrati eterozigoti
 25% EE fulvi

Fenotipo: 75% tigrati, 25% fulvi.

È impossibile, basandoci solo sull'aspetto del cane, distinguere un soggetto tigrato omozigote da uno eterozigote. È invece possibile risalire al genotipo solo dall'analisi di ascendenti e discendenti, quando si hanno elementi sufficienti per fare una valutazione certa.

Se da un soggetto tigrato nasce anche solo un cucciolo fulvo, potremo affermare con certezza che il soggetto in questione è portatore di fulvo, cioè tigrato eterozigote.

Legge dell'indipendenza dei caratteri

Fino ad ora abbiamo considerato la trasmissione di un carattere riferendoci ad una sola copia di geni. Nel prossimo esempio prendiamo in considerazione due coppie di caratteri per evidenziare come queste non si influenzino reciprocamente, pur riferendosi entrambe alla stessa caratteristica: il colore.

Manteniamo l'esempio del paragrafo precedente introducendo l'ipotesi di una nuova espressione del mantello del boxer: il mantello a macchie bianche.

Il gene che determina le macchie bianche è stato associato alla lettera "S" (dall'inglese Spot = macchia). Il meccanismo di trasmissione delle macchie è in realtà molto complicato e influenzato da moltissimi geni. Se però non abbiamo la pretesa di prevedere la disposizione precisa delle macchie bianche e ci limitiamo a suddividere i cani tra mantelli solidi (senza macchie o con macchie piccolissime) e mantelli pezzati (con macchie), possiamo semplificare dicendo che il mantello solido "S" domina sul mantello pezzato "s".

Ipotizziamo un accoppiamento di un maschio tigrato con una femmina fulva a macchie bianche, entrambi omozigoti:

Padre $E^{br} E^{br} S S$ x Madre $E E s^i s^i = 100\% E^{br} E S s^i$

La totalità dei cuccioli sarà tigrata senza macchie bianche, come il padre.

Accoppiando soggetti eterozigoti tra loro, i caratteri recessivi della madre riappariranno, ma le due mutazioni mostreranno la loro indipendenza, non presentandosi necessariamente insieme. Potremo infatti avere anche cani fulvi senza macchie bianche, che ereditano il fulvo della nonna e la non pezzatura del nonno, o soggetti tigrati a macchie bianche, che mantengono la tigratura del nonno ma la uniscono alla pezzatura della nonna.

Padre $E^{br} E S s^i$ x Madre $E^{br} E S s^i$ =

		gameti della madre			
		$E^{br} S$	$E^{br} s^i$	$E S$	$E s^i$
gameti del padre	$E^{br} S$	<i>tigrato</i> $E^{br} E^{br} S S$	<i>tigrato</i> $E^{br} E^{br} S s^i$	<i>tigrato</i> $E^{br} E S S$	<i>tigrato</i> $E^{br} E S s^i$
	$E^{br} s^i$	<i>tigrato</i> $E^{br} E^{br} S s^i$	<i>tigrato pezzato</i> $E^{br} E^{br} s^i s^i$	<i>tigrato</i> $E^{br} E S s^i$	<i>tigrato pezzato</i> $E^{br} E s^i s^i$
	$E S$	<i>tigrato</i> $E^{br} E S S$	<i>tigrato</i> $E^{br} E S s^i$	<i>fulvo</i> $E E S S$	<i>fulvo</i> $E E S s^i$
	$E s^i$	<i>tigrato</i> $E^{br} E S s^i$	<i>tigrato pezzato</i> $E^{br} E s^i s^i$	<i>fulvo</i> $E E S s^i$	<i>fulvo pezzato</i> $E E s^i s^i$

Otteniamo in tal modo 16 combinazioni:

9/16 tigrati

3/16 fulvi

3/16 tigrati pezzati

1/16 fulvo pezzati

Se analizziamo questa ripartizione, noteremo che i caratteri fulvo/tigrato e solido/pezzato, si trasmettono indipendentemente. La somma dei pezzati (trascurando il fatto che siano tigrati o meno) è uguale a 4/16, cioè il 25% contro il 75% dei non pezzati, esattamente come nel caso del paragrafo precedente.

Volendo intraprendere lo studio delle leggi genetiche che regolano gli altri colori, questo è un aspetto molto importante da tenere ben presente: è infatti necessario svincolarsi dalle terminologie degli standard di razza che prendono in considerazione l'aspetto "finale" del mantello del cane. Per i genetisti non esiste il mantello marrone focato: esiste il marrone ed esiste il focato, non esiste il bianco punteggiato di fegato, ma esistono il pezzato, il roano, l'assenza di focature, e il pigmento marrone.

La genetica dei colori

Prima di prendere in considerazione tutte le mutazioni che determinano le varie espressioni cromatiche e spiegarne i meccanismi di trasmissione, vorrei spendere due parole sulla formazione del colore nel cane.

Innanzitutto è bene precisare che tutti i colori sono formati da un solo pigmento: la melanina. Essa si presenta sotto due forme diverse, varianti dello stesso pigmento, essendo la seconda uno stadio di ulteriore sviluppo della prima.

La **feomelanina** è un pigmento costituito da granuli di forma sferoidale con colorazione che varia dal crema pallido al giallo, al fulvo, fino a giungere al mogano intenso tipico nei setter irlandesi, con l'aumentare del loro diametro. Un ulteriore addensamento dà luogo all'**eumelanina**, che è tanto più scura quanto più grossi e addensati sono i granuli. La sua massima espressione è data dal colore nero, ma può anche essere marrone o blu (ai nostri occhi grigio).

Il mantello bianco, invece non è un colore, bensì un non-colore perché costituito da peli che non contengono pigmento.

Questi due pigmenti, nelle innumerevoli possibilità di manifestarsi e combinarsi tra loro o con eventuali parti del corpo apigmentate, creano tutti i colori dell'universo canino.

Nel lupo e nei canidi selvatici eumelanina e feomelanina sono entrambe presenti, mescolate in una combinazione di peli chiari, scuri, zonati e con varie

concentrazioni di pigmento. Il risultato è il tipico mantello "agouti" o grigio lupo, scomparso in quasi tutti i cani domestici, salvo in un numero limitato di razze (Alaskan Malamute, Elghund, rari Pastori Tedeschi, ecc.). In particolare, il pelo agouti è caratterizzato dalla presenza di alcune sedi fisse in cui è presente la sola feomelanina (garretti e parte interna degli arti, lati del muso, pasticche sopra gli occhi, triangoli al petto, perineo e parte inferiore della coda). Su tutto il resto del corpo abbiamo peli zonati, con punta nera e banda feomelaninca gialla su ogni singolo pelo. Il sottopelo è generalmente grigio, di intensità diversa da soggetto a soggetto. Un'altra caratteristica del mantello agouti è la diversa intensità della feomelanina sulle varie parti del corpo: varia dal quasi bianco ai lati del muso al rosso carico dei peli sul dorso.

Le mutazioni che hanno modificato il mantello lupino, determinando le innumerevoli espressioni cromatiche del cane, possono essere suddivise in quattro gruppi:

1) mutazioni che regolano una diversa distribuzione sul corpo di eumelanina e feomelanina (non agouti, aumento delle zone focate, inibizione dell'eumelanina, inibizione della feomelanina, tigrature, carbonature, maschera nera)

2) fattori di riduzione o diluizione della eumelanina: grigio, argento, marrone, blu (quest'ultimo produce effetti anche sulla feomelanina)

3) fattori di riduzione o diluizione della feomelanina (rosso, crema, bianco latte)

4) fattori di inibizione di tutte le melanine (pezzato, roano, merle).

Tutto questo è sintetizzato nella tabella che segue. Più avanti si esamineranno le singole mutazioni nel dettaglio, con esempi specifici e pareri sulle dispute ancora aperte tra i genetisti. Non tutti, sono infatti ancora d'accordo sui meccanismi di trasmissione di alcuni geni.

A AGOUTI	A	Produce mantello nero (o le sue possibili varianti marrone o blu), senza alcuna sfumatura rossa o marche focate. È l'allele dominante della serie.
	a^y	Produce mantello prevalentemente rosso, a volte con punte dei peli nere o singoli peli interamente neri. Generalmente anche le vibrisse sono nere. L'espressione di questo colore è comunque interessata da almeno un altro gene (dominante ed esposto all'azione di geni modificatori) che determina vari livelli di "carbonatura". Alcune razze che ospitano questo allele sono gli Alani fulvi, i Boxer fulvi, i Pastori Scozzesi.
	a^t	Il mantello prodotto da questo allele è il nero focato (o marrone focato, o blu focato) presente nelle razze dobermann, rottweiler, beauceron, bassotto, e molte altre. Anche i mantelli tricolori, come il Collie o i Bovari Svizzeri, sono prodotti da "a ^t " con l'aggiunta del bianco, dato da un altro gene.
	a^w	Questo allele produce il mantello color "lupo" tipico di molte razze nordiche. Ogni singolo pelo è colorato a bande alternate chiare (crema sbiadito o grigio chiaro) e scure.
	a^s	"a ^s " è responsabile del mantello fulvo con sella nera, in inglese "saddle-tan", presente nell'Airedale Terrier, in alcuni Beagle e altre razze ancora.
	a	È l'allele responsabile del cosiddetto nero recessivo. Questo allele elimina le focature evidenziando un fenotipo indistinguibile da quello causato da "A". È una mutazione rarissima e riscontrata in due sole razze: nel Pastore Tedesco (mantello raro) e nello Shetland (mantello non riconosciuto).

[Clicca qui](#) per saperne di più

B BROWN	B	È l'allele dominante della serie, quando presente permette all'eumelanina di manifestarsi nel suo colore nero intenso.
	b	Recessivo rispetto a "B", modifica il mantello nero in marrone. Anche il colore degli occhi è spesso più chiaro, come le rime palpebrali, il naso e i polpastrelli che risultano marroni e non neri. Non ha effetto, o ne ha scarsamente, sul mantello fulvo (feomelanina).

Come si è visto questo locus agisce principalmente sul pigmento nero "eumelanina".

[Clicca qui](#) per saperne di più

C SERIE ALBINA	C	Questo allele permette al colore di manifestarsi completamente
	c^{ch}	Chinchilla o silver, se omozigote questo allele agisce depigmentando parzialmente la feomelanina (pigmento rosso), mentre ha solo un debole effetto sul pigmento nero.
	c^e o c^b	Causa la diluizione estrema del fulvo. Compare in molte razze dal mantello bianco, dove il bianco non è che mantello fulvo totalmente depigmentato (West Highland White Terrier). Il colore degli occhi e della pelle rimane normalmente pigmentato.
	c^p	Platino: molto simile all'allele albino "c", permette solo una minima espressione del pigmento. Probabilmente è questo il gene che causa il mantello bianco (in realtà bianco "sporco") di alcuni dobermann americani, con occhi azzurro pallido e pelle rosa.

Al contrario del locus precedente, la serie albina ha effetto prevalentemente sul pigmento fulvo feomelanina.

[Clicca qui](#) per saperne di più

D DILUIZIONE	D	Dominante, permette la normale espressione del pigmento.
	d	Recessivo rispetto a "D", diluisce il mantello nero nel colore blu (detto anche "blu maltese"), otticamente grigio (Alano blu); il mantello marrone in lilla (Weimaraner); i fulvi in crema. Ha effetto anche sulla pelle del naso, dei polpastrelli, delle rime palpebrali e sul colore degli occhi. In molte razze può causare problemi di pelle e pelo (alopecia da colore diluito).

Il locus della diluizione si manifesta su entrambi i pigmenti eumelanina e feomelanina.

[Clicca qui](#) per saperne di più

E ESTENSIONE	E^m	Maschera nera. Ovviamente la sua manifestazione è visibile solo su mantelli a base fulva, focata o tigrata.
	E^{br} o e^{br}	Tigratura. Questo allele non è ancora stato ben compreso ed è possibile che sia stato inserito nella serie allelica sbagliata. Il suo effetto è di dare delle striature nere sul mantello fulvo. In presenza di "b b" le tigrature sono marroni, blu se il mantello è diluito "d d". Nei mantelli focati le tigrature sono visibili solo sulle focature fulve.
	E	Permette la completa espressione del locus "A" agouti. Sembra essere recessivo rispetto ad "E ^m " ed a "E ^{br} "

	e	Fulvo recessivo, può esprimersi solo se omozigote. Interagisce con il locus "A" agouti, impedendo totalmente la formazione di eumelanina (pigmento nero). Alcuni soggetti possono presentare tartufo di colore più chiaro, specialmente durante la stagione invernale. Questo allele è responsabile del colore di Setter irlandesi, Labrador gialli, Golden Retriever, alcuni Cocker inglesi fulvi, e così via.
--	----------	---

Questo locus è a tutt'oggi di difficile comprensione e probabilmente in futuro sarà rivisto e corretto. La sua espressione è strettamente legata e interagente al locus "A" agouti.

[Clicca qui](#) per saperne di più

G INGRIGIMENTO	G	Con l'avanzare dell'età il mantello si ingrigisce progressivamente per la comparsa di peli bianchi mescolati a quelli pigmentati (Kerry Blue Terrier, Barbone). I cuccioli nascono pigmentati ma già dalla nascita possono cominciare ad ingrigire, alcuni ingrigiscono progressivamente per tutto l'arco della loro vita, altri si stabilizzano prima.
	g	Non causa ingrigimento del mantello con il progredire dell'età.

Questo locus è stato ritenuto da alcuni anche causa dell'ingrigimento del muso visibile in molti cani di una certa età, o del mantello nero bluastro senza presenza di peli bianchi, non dovuto alla diluizione del colore.

Probabilmente la serie "G" necessita di ulteriori approfondimenti di studio.

[Clicca qui](#) per saperne di più

M MERLE <i>o</i> BIANCO DOMINANTE	M	<p>Se eterozigote questo allele è causa di un'interessante genere di diluizione, dove il mantello è diluito a chiazze alternate. Più riscontrabile sul pigmento eumelanina (il nero diventa grigio, il marrone diventa rossastro), nei mantelli focati è difficile notare l'effetto del gene sulle fiamme della focatura.</p> <p>Negli omozigoti il mantello è completamente o quasi completamente bianco e associato a problemi di salute (sordità, cecità o mancanza del bulbo oculare, sterilità). Gli occhi possono essere azzurri o parzialmente azzurri.</p> <p>Questo allele, a causa della diversità di espressione tra omozigosi ed eterozigosi, è considerato codominante al suo allele "m".</p> <p>È presente nell'Alano, nel Border Collie, nell'Australian Shepherd, nello Shetland e nel Collie, nel Bassotto, nel Foxhound e altre razze ancora.</p>
	m	Normale espressione del colore.

Il gene "M" quando omozigote sembra essere, oltre che causa di deformazioni, letale in utero per il 50%. In realtà anche questo locus necessita di ulteriori studi.

Nel caso dell'Alano, viste le due differenti possibilità di espressione del gene eterozigote, si ipotizza l'esistenza di un locus "H" harlequin (vedi tabella sottostante) che si può esprimere solo in presenza di "M". Sarebbe questo il gene letale in caso di omozigosi (100%) e che, quando presente, rende possibile il mantello a fondo bianco e macchie nere anziché il normale merle a fondo grigio e macchie nere.

[Clicca qui](#) per saperne di più

H ARLECCHINO	H	<p>Questo allele sembra essere presente solo nella razza Alano Tedesco (e forse nell'ormai estinto Harlequin Pinscher): si esprime unicamente se è presente il gene "M" merle e cambia il mantello a fondo grigio chiazzato di nero in fondo bianco chiazzato di nero, donando il colore unico dell'Alano arlecchino. Si presume che, se omozigote, sia letale in utero al 100%, da osservazioni fatte sulla media del numero di cuccioli nati dall'accoppiamento di due Alani arlecchini, entrambi portatori di "H", paragonata a quella degli altri colori.</p>
	h	<p>Recessivo rispetto ad "H", questo allele permette il normale colore del merle a fondo grigio chiazzato di nero.</p>

Questa serie allelica, di recente scoperta, spiega il "mistero" del mantello grigio porcellanato (o merle), non riconosciuto negli Alani ma sempre e

inevitabilmente presente nelle cucciolate di arlecchini. Difatti tutti gli Alani in grado di trasmettere il gene "H", sono necessariamente eterozigoti "H h" e trasmettono inevitabilmente anche l'allele recessivo, responsabile dell'indesiderato mantello merle a fondo grigio, non riconosciuto dallo standard di questa razza.

[Clicca qui](#) per saperne di più

P PIGMENTAZIONE	P	Diluisce tutti i pigmenti, compresa la pigmentazione degli occhi.
	p	Nessuna diluizione.

[Clicca qui](#) per saperne di più

R ROANO	R	Roano, è l'allele dominante e si manifesta in due modi: col passare del tempo nel mantello bianco compaiono peli pigmentati, oppure al contrario compaiono peli bianchi nel mantello pigmentato.
	r	Nessuna manifestazione di roano.

Non è ancora ben appurato se "R" sia dominante o codominante ad "r". A parere di molti, questa serie allelica potrebbe anche non essere a sé ma semplicemente far parte del locus "T" tiking esposto più avanti.

[Clicca qui](#) per saperne di più

S SPOTTING PIEBALD o BIANCO RECESSIVO	S	Solid Color. È l'allele dominante e quando è presente il mantello è completamente pigmentato o presenta solo delle piccole macchie bianche dovute a dei modificatori (non oltre al 10% della superficie totale del mantello), in genere le dita, la punta della coda o una macchia bianca sul petto. Queste macchie non compaiono negli omozigoti.
	si	Irish Spotting. Produce l'estensione del bianco (dal 10% al 30% della superficie del mantello) in modo simmetrico: generalmente piedi e zampe, ventre, punta della coda, petto, lista sul muso e collare. Per azione di modificatori il bianco può essere più o meno esteso, rendendo difficile distinguere il disegno "si" da un "S" o, al suo opposto, da un "sp".
	sp	Piebald. In questo caso il bianco è esteso per oltre il 50% della superficie del mantello, distribuito disordinatamente. "S" è dominante incompleto di "sp" e quando questi due geni si trovano accoppiati possono produrre mantelli che appaiono fenotipicamente solidi o a pezzatura irlandese.

	s^w	Extreme white piebald. Mantello bianco o quasi completamente bianco, in questo secondo caso le macchie di colore si trovano più facilmente vicino all'attaccatura della coda, o sulle orecchie, o in prossimità dell'occhio (Bull Terrier, Dogo Argentino, Sealyham Terrier, e anche Dalmata dove vedremo che le macchie hanno un'altra ragione genetica). Gli omozigoti possono accusare sordità, specialmente se il pigmento non è presente nemmeno in prossimità delle orecchie. È dominante incompleto rispetto ad "S" o "s ⁱ " e, quando combinato con uno di questi due alleli, produce mantelli apparentemente piebald.
--	----------------------	---

Tutti gli alleli di questa serie sono soggetti a "modificatori", particelle genetiche ereditarie che influenzano la maggiore o minore estensione del bianco sul pigmento.

Non è chiaro quale influenza abbia questo locus sul tipo di pigmentazione della testa: alcuni cani completamente pigmentati hanno testa bianca o, al contrario, alcuni cani completamente bianchi hanno testa pigmentata. Non è da escludere la possibilità che possa esistere un locus differente responsabile della pigmentazione della testa.

[Clicca qui](#) per saperne di più

T TIKING	T	È il gene responsabile di una retromutazione che provoca la ricomparsa del pigmento su zone apigmentate (bianche), sotto forma di punteggiatura o macchioline di dimensione variabile (la dimensione dipenderebbe da "R"). I cuccioli alla nascita sono bianchi nelle zone interessate, le macchioline compaiono a partire dalle prime settimane di vita. Questo gene è presente in molte razze, prima fra tutte la razza Dalmata, dove grazie ad ulteriori geni modificatori, le punteggiature sono grandi macchie rotonde e ben pigmentate.
	t	Le eventuali zone bianche sono prive di picchiettature o macchioline.

[Clicca qui](#) per saperne di più

LA SERIE "A"

(AGOUTI)

Il gene aguti Agouti a^w

La maggior parte delle razze canine possiede un mantello non agouti, in cui la zonatura a banda gialla su ogni singolo pelo scuro è scomparsa. Non è ancora appurato quante siano in realtà le mutazioni che determinano il mantello agouti, che è soggetto all'azione di molti modificatori, tanto che persino lupi dello stesso branco presentano spesso mantelli differenti, più chiari in alcuni, più scuri negli altri.

La mutazione principale "non agouti", cioè quella che ha eliminato le zonature, trasforma il mantello grigio lupo in "nero focato" (" a^t "). E' un mutazione recessiva. Nel Cane da Pastore Tedesco, ad esempio è stato riscontrato che il grigio lupo (" a^w ") domina sul nero focato (" a^t ").

Accoppiando due cani grigio lupo possiamo avere tre diversi risultati:

- 1) $a^w a^w$ x $a^w a^w$ = solo grigio lupo
- 2) $a^w a^w$ x $a^w a^t$ = solo grigio lupo (la metà dei quali portatori di nero focato)
- 3) $a^w a^t$ x $a^w a^t$ = 75% grigio lupo (due terzi dei quali portatori di nero focato)
25% nero focato

Dall'accoppiamento grigio lupo x nero focato si hanno invece:

- 1) solo grigio lupo (tutti portatori di nero focato) se il genitore grigio lupo è omozigote " $a^w a^w$ "
- 2) 50% grigio lupo (portatori n. f.) e 50% nero focati se il genitore grigio lupo è eterozigote " $a^w a^t$ "

Accoppiando due nero focati, non importa se provenienti da grigio lupo o meno, si ottengono sempre e solo nero focati.

L'espressione delle focature (gene "sella" o "testa chiara") "a^s"

Il gene focato "a^t" senza l'intervento di altri fattori produce un mantello con focature a sedi fisse, localizzate sempre negli stessi punti: guance, lati del muso, due zone triangolari al petto, due piccole zone rotondeggianti sopra ciascun occhio, garretti e parte interna delle zampe anteriori fino al gomito, tarsi, parte inferiore della coda vicino all'attaccatura della stessa, zona compresa tra la regione anale e quella genitale

L'intervento del gene "a^s" comporta un ampliamento della zona focata. Tutti i cuccioli, nascono con le focature nelle sole sedi fisse, ma, con l'avanzare dell'età (in genere con la prima muta), nei mutanti "a^s" la feomelanina si estende e può arrivare a colorare tutta la testa come pure arti e coda, lasciando la pigmentazione eumelaninica scura solo sulla sella o, addirittura, su parte di essa. Questa mutazione produce effetti diversi a seconda della lunghezza del pelo su cui agisce, infatti la colorazione scura interessa solo la parte terminale del pelo. Alla radice i peli sono chiari, seppur per un piccolissimo tratto. Nei cani a pelo raso, questo è visibile solo quando il pelo viene perso, perché la parte chiara è talmente ridotta da rimanere sotto pelle. Nei cani a pelo lungo, invece è possibile notare il colore più chiaro accarezzando il cane contropelo. Anche il sottopelo, se presente, è colorato da feomelanina.

Il gene "a^s" sembra essere dominante nei confronti di "a^t", la sua espressione è però soggetta a grandi variazioni, a causa dell'azione di numerosi modificatori. I soggetti "a^s" più scuri sono quasi indistinguibili da quelli "a^t", con un ampliamento delle focature molto contenuto, spesso limitato al muso (congiunzione delle focature sul muso con quelle sugli occhi). Quelli in cui l'azione è più forte sono quasi completamente chiari.

Nei focati "a^t" le focature sono sempre nette e ben delimitate. In quelli "a^s", invece, nelle zone di confine tra il mantello scuro e le focature vi sono aree in cui peli chiari e scuri sono confusi. Questa mescolanza, per motivi ancora non chiari, sembra verificarsi più frequentemente e più intensamente nelle femmine che non nei maschi (sto indagando, con scarsissimi risultati). Non so se questo dipenda da un altro gene.

Il gene fulvo "a^y"

Questo gene provoca una scomparsa quasi totale della eumelanina del mantello. Resta invece immutato il pigmento di pelle e occhi. Anche le vibrisse, se si trovano su un'area pigmentata, sono scure. In assenza di retromutazioni, i peli scuri sono limitatissimi (qualche ciuffo alla base della coda o agli orecchi) se non, addirittura, del tutto assenti. "a^y" è dominante nei confronti di "a^t" e "a^s". Non è provato, in realtà, che questi tre alleli siano sulla stessa serie. Se così fosse, infatti, dovremmo affermare che un cane fulvo può essere portatore o del gene focato o del gene sella, ma mai di entrambi. Ne conseguirebbe che accoppiando due fulvi si possono ottenere cani focati di un tipo o dell'altro, ma non dovrebbe essere possibile la presenza contemporanea di entrambe le due espressioni di focatura nella stessa cucciolata. In attesa di qualche esperienza che smentisca o confermi tale ipotesi ci limitiamo semplicemente ad attestare la dominanza del fulvo nei confronti del focato.

Fulvo x Fulvo = - 100% fulvo (se almeno uno dei due genitori è fulvo omozigote)
- 75% fulvo + 25% focato (se entrambi i genitori sono eterozigoti)

Fulvo x Focato = - 100% fulvo (se il genitore fulvo è omozigote)
- 50 e 50 tra fulvi e focati (se il genitore fulvo è eterozigote)

Focato x Focato = - 100% focati

Alcuni testi sono arrivati a dire che "a^y" sarebbe solo parzialmente dominante su "a^t". I soggetti eterozigoti "a^t a^y" sarebbero più scuri degli omozigoti, con carbonature e peli scuri frammisti a quelli chiari. Questo non corrisponde a verità. Posso testimoniare riguardo a cuccioli focati nati da genitori fulvi senza traccia di carbonature. E' altresì risaputo che in numerose razze soggetti anche molto carbonati non generano mai cani focati (Es. Leonberger, Tervueren, Briard)

Il gene carbonato "a^c"

Si tratta di una retromutazione, cioè una mutazione che annulla, in parte, l'effetto apportato da un'altra mutazione. Il gene carbonato agisce sui fulvi reintroducendo il pigmento scuro inibito da "a^y", sotto forma di spruzzata sulle punte dei peli. Il gene della carbonatura è dominante, ma, ancora una volta, soggetto all'azione di geni modificatori che ne variano l'espressione. Si

va dalla leggera spruzzata di peli scuri su orecchi e coda fino ad una carbonatura così forte da produrre un mantello simile a quello focato. E' interessante notare che la carbonatura non interessa mai le sedi fisse delle focature: questo perché la retromutazione reintroduce il pigmento scuro inibito da "a^y", ma non lo crea laddove non ci sarebbe comunque. Anche i soggetti con carbonatura particolarmente ricca si distinguono benissimo dai focati quando sono cuccioli. Mentre i focati nascono scuri con focature che possono ampliarsi con la crescita, i carbonati fanno all'opposto: nascono quasi fulvi e scuriscono con l'età.

Il gene per la carbonatura è evidente nei soggetti fulvi, mentre in quelli focati può essere presente pur non manifestandosi. Se dall'accoppiamento fulvo x focato nascono cani carbonati non è certo per l'incompleta dominanza di "a^y" su "a^t", ma per la presenza del gene della carbonatura nel genotipo del genitore focato.

Il gene dell'eumelanismo completo "A"

Questa mutazione dominante comporta la trasformazione di tutte le feomelanine in eumelanina. E' una mutazione molto forte, che prevale su tutti gli altri fattori di inibizione trattati fino a questo momento compreso l'agouti, mascherandone l'azione. L'interazione di "A" con i geni osservati finora produce cani completamente neri. Per la maggior parte dei genetisti "A", "a^y", "a^t", e "a^s" si trovano sulla stessa serie. Ciò comporterebbe l'impossibilità di avere contemporaneamente cuccioli fulvi e focati dall'accoppiamento tra due neri. Questo è ancora tutto da dimostrare.

Il nero recessivo "a"

E' una mutazione molto rara, presente nel Pastore Scozzese Shetland e nel Cane da Pastore Tedesco. L'effetto sarebbe quello di eliminare le focature dai soggetti nero focati, producendo cani completamente neri, in tutto e per tutto simili a quelli interessati dal gene "A".

Il nero recessivo è considerato l'ultimo recessivo della serie "A", ma non ci sono per ora testimonianze della sua interazione con gli altri colori.

LA SERIE "E"

(ESTENSIONE)

Raggruppa altre tre mutazioni responsabili della diversa distribuzione di eumelanina e feomelanina. Seppur inizialmente siano state messe sulla stessa serie, secondo gli ultimi studi, sembra che queste mutazioni non siano alleliche tra loro ma si trasmettano in modo indipendente.

Il fattore maschera scura "E^m"

Comporta la comparsa di peli scuri (eumelaninici) sulla maschera. I cani con maschera sono dominanti su quelli senza maschera. L'espressione della maschera è però soggetta all'azione di modificatori che ne determinano un'azione più o meno forte. Se l'azione di "E^m" è debole, il pigmento scuro si limiterà al muso o al contorno della bocca. Un'azione più forte produce via via cani a maschera sempre più completa fino ad arrivare nei soggetti ad azione fortissima a una colorazione scura di tutto l'anteriore, compreso il petto e addirittura gli avambracci. Questa mutazione non è in alcun modo legata alla carbonatura. Possiamo infatti osservare Boxer e Alani con mantello completamente fulvo senza traccia di carbonatura, ma con maschera completa come pure Collie o Bassotti molto carbonati ma con maschera chiara. L'effetto più evidente di questo fattore lo si ha su cani fulvi.

Se agisce su cani focati, può far sparire le pasticche sopra gli occhi e se l'azione è molto forte elimina anche le focature al petto, producendo pseudo-neri che possono quasi confondersi con i neri propriamente detti.

L'interazione di "E^m" con "A", invece, non produce effetti evidenti, in quanto la maschera scura non si nota su un cane già tutto scuro.

Il gene tigrato "E^{br}"

Si tratta di una mutazione dominante che provoca la comparsa, nelle zone colorate da feomelanina, di peli eumelaninici disposti in striature che corrono la stessa direzione verticale delle costole. A differenza della mutazione "carbonato", questa non è una retromutazione. Infatti il pigmento scuro viene

"introdotto" anche nelle zone in cui non sarebbe presente. Ne consegue che l'effetto di questo gene è riscontrabile sia sui fulvi, che sui focati nei quali produce focature tigrate. La percentuale di peli scuri rispetto a quelli chiari varia da soggetto a soggetto. Quindi a seconda dei modificatori presenti possiamo avere tigrati più o meno scuri. L'interazione tigrato carbonato inoltre può produrre cani molto scuri, che da lontano possono sembrare addirittura neri (es. Cane Corso). L'interazione focato + tigrato + maschera scura può produrre cani indistinguibili dagli "A".

Il gene fulvo "e"

E' un gene recessivo che provoca la scomparsa di tutte le eumelanine del mantello. Le altre eumelanine (occhi e mucose) rimangono inalterate o quasi. In effetti il pigmento nei cani fulvo "e" è molto più debole: solo una selezione attenta e mirata produce cani con tartufo scuro. In molti casi vi è invece una depigmentazione parziale, che tende ad accentuarsi in alcune stagioni dell'anno. Il mantello dei cani "e" è però sempre privo di qualsiasi eumelanina. E' questa è la principale differenza che permette di riconoscere i soggetti fulvi "e" da quelli "ay", con i quali rischiano di essere confusi. Le vibrisse nei cani "e" sono sempre bianche, anche se si trovano su un'area pigmentata. Non ci possono essere né tigrature, né maschera nera, né carbonatura. Solo feomelanina. La mutazione "e" quindi produce un effetto identico su cani "A", "at", "ay", "as" e forse anche "aw". Le mutazioni di questo tipo sono dette epistatiche. Pur essendo recessive, mascherano l'azione dei numerosi altri geni che restano presenti allo stato latente e possono manifestarsi nella progenie qualora questa erediti un mantello di tipo "E" dall'altro genitore.

I Labrador "e e", ad esempio, sono geneticamente "A A". Infatti quando viene meno l'azione di "e", si hanno sempre Labrador neri. Il colore focato non esiste in questa razza. Gli Zwergpinscher "e e" sono, viceversa, geneticamente focati "at at", in quanto non esiste il colore nero nello Zwergpinscher. I Cocker e i Bassotti "e e" possono essere geneticamente "A", "at", "ay" se non lo si riesce a dedurre dall'analisi degli ascendenti, per saperlo, bisogna accoppiarli.