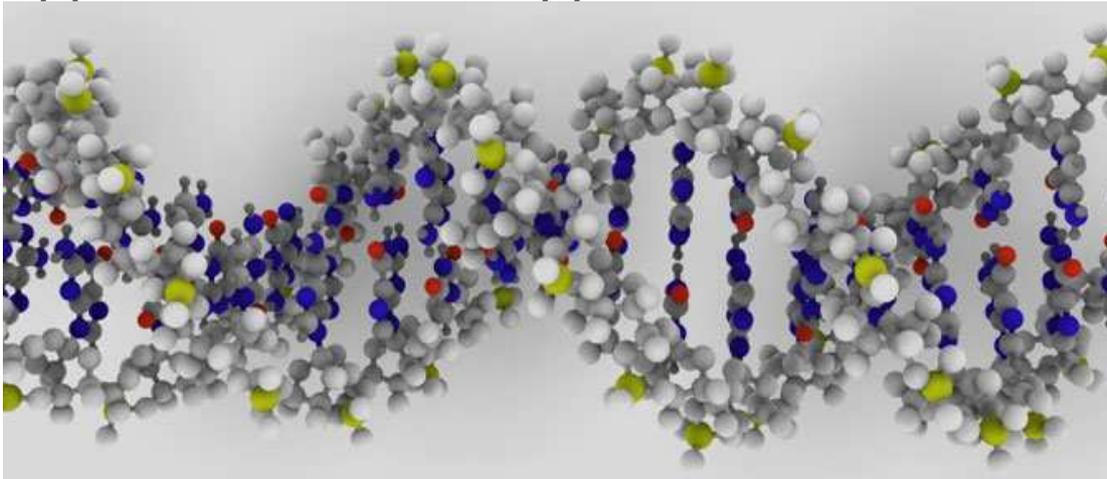


Appunti di Genetica applicata al cane – Parte I



II DNA

Tutti gli esseri viventi sono composti da cellule. Nel nucleo di ogni cellula si trova una molecola chiamata DNA che contiene tutte le informazioni che contribuiscono a determinare le caratteristiche fisiche e psichiche di qualsiasi individuo. Il DNA è costituito da due nastri avvolti l'uno sull'altro e formanti una doppia elica che ricorda una chiocciola. Tralasciamo le informazioni tecniche sulla composizione chimica del DNA e occupiamoci degli aspetti che a noi interessano. Il DNA si raggruppa in cromosomi e sui cromosomi ci sono i geni (N.d.R.: porzioni di DNA che controllano specifiche caratteristiche). In ogni cellula del nostro corpo, quindi, sono contenute tutte le informazioni che ci identificano come specie e come individuo.

Un cromosoma altro non è che una molecola di DNA, formato da filamenti avvolti l'uno sull'altro in modo da formare una doppia spirale.

Ogni specie ha un numero determinato di cromosomi. L'uomo, come molti di noi sapranno dalle scuole medie, ha 46 cromosomi, il ratto ne ha 42, la drosophila ne ha 8, ma il numero dei cromosomi non è assolutamente dipendente dal grado di evoluzione della specie. Il cane, per esempio, ne ha 78, quindi più dell'uomo. Una costante in tutte le specie è invece il fatto che i cromosomi siano presenti in numero pari. I cromosomi sono infatti disposti a coppie formate da un cromosoma di provenienza paterna e uno di provenienza materna.

I cromosomi possono essere osservati al microscopio e individuati uno per uno e solitamente sono catalogati utilizzando numeri o lettere dell'alfabeto. Il loro aspetto è quello di filamenti di diversa lunghezza (si parla di millesimi di millimetro). L'insieme dei cromosomi è chiamato corredo cromosomico.

Quello che segue non è un trattato scientifico. Per facilità di comprensione, possiamo brutalmente immaginare il DNA come una cerniera. Come la chiusura lampo dei pantaloni quando, staccata dagli stessi, tende ad arrotolarsi a spirale. I dentini che s'incastano sono i cromosomi. Immaginiamo una cerniera particolare in cui i dentini non siano tutti uguali tra loro, ma siano uguali a due a due. Ogni cromosoma si appaia infatti con un suo omologo. L'unica eccezione riguarda i cromosomi sessuali, che hanno forma diversa e sono detti «autosomi». Il cromosoma Y è generalmente molto povero d'informazioni genetiche. Contiene tutte prevalentemente le informazioni che si passano da padre in figlio (caratteri tipicamente maschili). In tutti i mammiferi, la combinazione XY è tipica del maschio, che come vedremo più avanti riceve la X dalla madre e la Y dal padre. La combinazione XX è invece tipica della femmina.

Tornando alla nostra fantomatica cerniera, prendiamo in considerazione una singola coppia di dentini denti metallici (che rappresentano due cromosomi omologhi):

A	a	→ Locus 1
K	K	→ Locus 2
C _i	C _i	→ Locus 3
N _a	n _a	→ Locus 4
O	O	→ Locus 5
G _k	G _k	→ Locus 6
W _s	W _s	→ Locus 7
G _{ch}	G _{ch}	→ Locus 8
P _t	P _t	→ Locus 9

Lungo ogni bastoncino in posizioni diverse (loci) si trovano i geni, che sono gli agenti responsabili dei diversi caratteri psicosomatici. Ogni gene è responsabile di una caratteristica particolare. Ce ne sarà uno che regola l'arriccatura del pelo, uno l'intensità del colore degli occhi, uno per la forma più arrotondata del cranio e così via, per ogni carattere.

Nella stessa posizione, su entrambi i cromosomi si trovano gli stessi geni, che sono convenzionalmente indicati con la stessa lettera alfabetica. Ogni gene (allele) però può esprimersi in due o più varianti che tra loro possono avere particolari relazioni di dominanza. I geni dominanti, sempre per convenzione, si indicano con la lettera maiuscola. Quelli recessivi con la lettera minuscola. Riferendoci al cromosoma nella figura sopraindicata, vediamo per esempio che nel locus 4 si trova il gene Na. Nel cromosoma di sinistra troviamo espresso come allele dominante Na, mentre in quello di destra appare come recessivo na. Nel locus 2, constatiamo invece la presenza di due alleli dominanti su entrambi i cromosomi. Nel locus, dove si trova il gene Ci, abbiamo entrambi i geni recessivi. Ognuno di questi geni determina l'espressione di un determinato carattere. Il manifestarsi o meno di una mutazione dipende dalle relazioni di dominanza tra i singoli alleli. Con riferimento a ciascuna mutazione l'individuo potrà essere normale, mutato o portatore.

Il cane cui questa raffigurazione si riferisce, per esempio potrebbe essere nero portatore di fulvo, con testa tonda ma portatore di testa piatta, con ipersensibilità uditiva, carattere esuberante, portatore di predisposizione al diabete, con rene corto, spalla inclinata e portatore di macchia nera sulla lingua. Ovviamente è solo un esempio. Ogni più piccola informazione è regolata da un gene o da una serie di geni. E quella che abbiamo mostrato qui sopra è solo una coppia di cromosomi. Nel cane ce ne sono altre 38, che contengono ben più dei 9 loci ipotizzati solo a titolo di esempio. Su uno stesso cromosoma possono stare decine e decine di geni.

La riproduzione

Lo studio della genetica serve agli allevatori per capire come si trasmettono i geni da un individuo all'altro nella riproduzione.

Ci sono due tipi di divisione cellulare. La prima è molto semplice ed è quella comune in molti organismi unicellulari.

La cellula si frammenta in due parti approssimativamente uguali mediante una strozzatura che scinde il nucleo in due. Ciascuna delle due cellule figlie riceve metà nucleo della cellula madre. Le cellule figlie sono uguali tra loro e hanno lo stesso patrimonio genetico della cellula madre. Il DNA si duplica formando due cromosomi.

Negli organismi più evoluti, invece, il compito della riproduzione è affidato a due cellule specializzate detti «gameti». I gameti non sono uguali tra loro. Il gamete maschile (spermatozoo) è piccolo, mobile e formato quasi interamente dal nucleo, mentre quello femminile (uovo) è ricco di sostanze nutritive di riserva e incapace di muoversi. Questi due tipi di cellule sono generalmente prodotti da due individui diversi. La fusione dei due gameti è detta «fecondazione»: nel corso di essa lo spermatozoo perfora l'involucro esterno dell'uovo e penetra nel suo citoplasma. Successivamente i nuclei delle due cellule si fondono tra loro. La nuova cellula che si è così formata prende il nome di uovo fecondato o «zigote»: da essa prenderà origine il nuovo individuo.

La caratteristica principale dei gameti è quella di avere un numero di cromosomi dimezzato, rispetto a quello delle altre cellule dell'individuo che andranno a formare. I gameti si formano infatti grazie alla «meiosi», un processo in cui la cellula madre, sdoppiandosi, divide il DNA in due bande e dimezza il numero dei propri cromosomi. Ogni genitore trasmette solo uno dei due cromosomi omologhi che possiede e la scelta è del tutto casuale. Dall'unione dei gameti, si otterrà perciò una nuova cellula (zigote) che tornerà quindi ad avere lo stesso numero di cromosomi previsto per la specie. I cromosomi omologhi saranno sempre uno di provenienza paterna e uno di provenienza materna. Durante l'accrescimento questa cellula subirà numerosissime altre divisioni (per mitosi), ma il numero dei cromosomi rimarrà sempre costante. In ogni cellula sono contenute

tutte le informazioni da cui si possono ricostruire per intero i tratti somatici dell'individuo.

Riprendendo il nostro esempio improprio della cerniera, immaginiamo che i gameti si ottengano aprendo completamente la cerniera e staccando la metà destra da quella sinistra. La nuova cellula (zigote) nascerà unendo la mezza cerniera di provenienza paterna con l'altra mezza di provenienza materna. In realtà, il meccanismo è un po' più complesso. Dovremmo immaginare una cerniera i cui denti possano ruotare e rimescolarsi a caso prima della divisione. Ma non solo. Nella divisione i cromosomi si avvinghiano (crossing over) e frequentemente si scambiano pezzi. In questo modo i caratteri degli antenati sono rimescolati in continuazione, generazione dopo generazione.

In questo rimescolamento dei distinti patrimoni ereditari sta per l'appunto la superiorità della riproduzione sessuata sulla riproduzione agamica. Possono nascere individui con combinazioni di caratteri diverse da quelle dei genitori e per questo possono essere più o meno adatti a particolari funzioni o a sopravvivere in un certo ambiente. Supponiamo per esempio che il patrimonio ereditario del padre comporti la capacità di sopravvivere in un clima molto caldo, quello della madre, la capacità di sopravvivere in un clima molto freddo. In un ambiente artico saranno avvantaggiati i discendenti che presenteranno un patrimonio genetico più simile a quello della madre. Dalla stessa coppia in un ambiente tropicale potrebbero emergere i figli che, al contrario, somigliano più al padre.

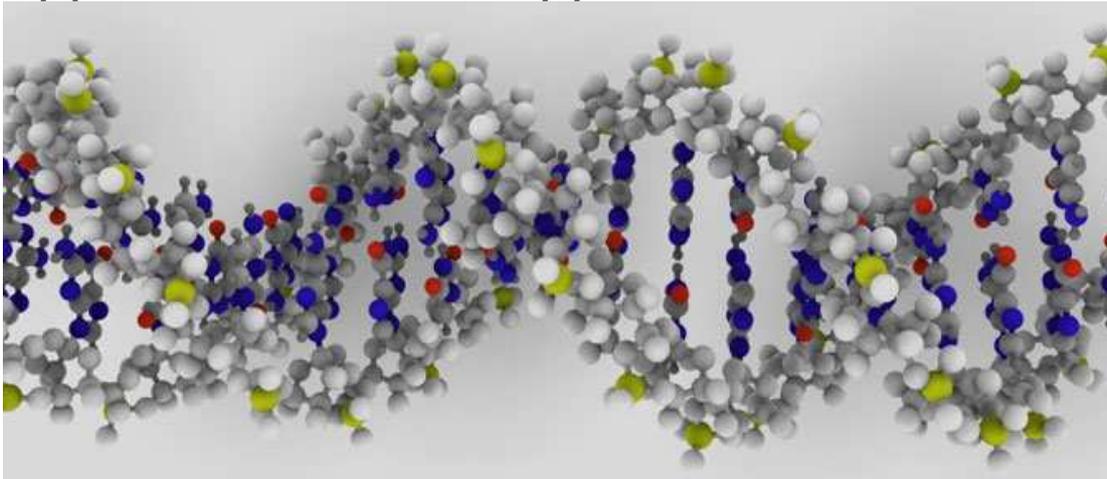
Molte diversità somatiche esistono infatti anche nei lupi, che presentano colori, dimensioni e mantelli diversi a seconda della zona in cui vivono. Pur provenendo da un unico progenitore, l'isolamento dovuto a barriere naturali ha permesso che la specie si diversificasse in diverse sottospecie.

Nel cane, però, notiamo anche tantissimi caratteri che nel lupo non sono presenti. Alla base di tutte queste trasformazioni, ci sono sempre delle modificazioni (mutazioni) nei geni che controllano le attività vitali di una cellula. Di queste mutazioni, alcune causano la morte della cellula, altre sono capaci di dare all'organismo strutture, aspetto e qualità nuove; altre infine portano a un adattamento all'ambiente rispetto ai primitivi caratteri. La mutazione vantaggiosa agisce cioè in favore della selezione naturale. In assenza di selezione naturale può essere l'uomo a decidere che una particolare mutazione può avere una particolare funzionalità in un ambito molto più specializzato di impiego del cane. Ad esempio, l'orecchio pendente e lungo dei segugi, in natura sarebbe un handicap, poiché determinerebbe riduzione delle capacità uditive e aumenterebbe la probabilità di infezioni batteriche che si sviluppano in assenza d'aria. Nella vita accanto all'uomo, l'orecchio che tocca il terreno agisce come un imbuto intorno al naso del cane, contribuendo a isolare l'emanazione della traccia e facendo in modo che l'olfatto si concentri su una parte limitata del terreno. Riducendo l'udito, costringe al cane a concentrarsi sugli altri sensi che interessano di più, in particolare convoglia l'attenzione sull'olfatto. Inoltre contribuisce a dare un aspetto dolce, mite, che ricorda i volti femminili, che ben si addice a richiamare le qualità caratteriali del cane da caccia. Ciò che in natura è un handicap, nella vita domestica può essere un vantaggio.

Le grandi differenze somatiche che notiamo oggi nelle diverse razze, sono nate proprio in questo modo. Se la riproduzione asessuata ha il vantaggio di essere un ottimo sistema di propagazione veloce della specie (si pensi alla rapidità con cui si propagano i funghi) quella sessuata ha il vantaggio di consentire un continuo miglioramento genetico. I figli tendono sempre a essere avvantaggiati sui genitori, in funzione dell'adattamento all'ambiente e la specie può modificarsi gradualmente tenendo il passo delle modificazioni ambientali.

Denis Ferretti

Appunti di Genetica applicata al cane – Parte II



LE TRE LEGGI DI MENDEL

Prima legge di Mendel (legge della dominanza)

Cit. *Tra due alleli presenti in uno stesso genotipo, uno prevale solitamente sull'altro e si manifesta con un determinato carattere; l'altro rimane latente.*

Consideriamo il gene che determina il colore nero o marrone dell'eumelanina (peli e mucose).

Supponiamo che un dato individuo riceva dal padre o dalla madre geni dello stesso tipo (neri o marrone). In questo caso, l'individuo si dice **omozigote** per questo gene. Mostrerà, ovviamente, eumelanina nera se avrà il gene per il nero o eumelanina marrone se avrà dei geni per il marrone.

Che cosa succede, invece quando si eredita da un genitore un gene di un tipo e dall'altro un gene di un altro tipo?

Generalmente, uno dei due geni è dominante e prevale sull'altro mascherandolo.

Il gene che rimane nascosto si dice recessivo. Il carattere recessivo si esprime solo quando è presente in doppia dose (omozigosi), cioè in entrambi i cromosomi ereditati dai due genitori. Quello dominante, invece, si esprime anche quando è presente in singola dose (eterozigosi) in uno solo dei cromosomi.

Nel caso preso in esame, poiché il carattere "eumelanina nera" è dominante, rispetto al carattere "eumelanina marrone", quest'ultimo colore potrà comparire solo in presenza di due geni per il marrone. Il nero, viceversa si evidenzia anche quando uno solo dei due geni è nero.

Rifacendoci al caso preso in esame precedentemente, indichiamo ora il colore nero dell'eumelanina con **B** (il carattere maiuscolo indica per convenzione i geni dominanti). Al colore marrone dell'eumelanina assegneremo invece il simbolo **b** (il carattere minuscolo indica un comportamento recessivo).

Accoppiando due soggetti con rispettivi patrimoni genetici **BB** e **bb**, otterremo figli che erediteranno il gene **B** dal primo genitore e il gene **b** dal secondo genitore. La coppia **Bb** che si viene a formare, per quanto esposto qui sopra, avrà un aspetto simile al genitore **BB**, in quanto l'allele **B** maschera **b**.

Possiamo quindi introdurre due concetti fondamentali nello studio della genetica: il concetto di **genotipo** e quello di **fenotipo**.

Per il carattere "colore dell'eumelanina", per esempio, possiamo avere due fenotipi e tre genotipi. Il fenotipo indica il carattere per come lo vediamo noi a occhio nudo. Nero o marrone, in questo caso.

Il genotipo indica invece il carattere per quello che effettivamente è a livello genetico. Quindi, non solo ciò che si vede, ma anche ciò che è nascosto e che può essere trasmesso alla discendenza.

In questo caso, come anticipato, i fenotipi saranno tre:

BB: Omozigote dominante. Presenta eumelanina nera ed è in grado di trasmettere solo geni per l'eumelanina nera;

Bb: Eterozigote (portatore di marrone). Presenta eumelanina nera (è indistinguibile da BB, avendone lo stesso fenotipo), ma è in grado di trasmettere geni per l'eumelanina marrone al 50% dei figli

bb: Omozigote marrone. Presenta eumelanina marrone ed è in grado di trasmettere ai figli solo geni per il marrone.

Quanto visto per il carattere "colore dell'eumelanina", ovviamente, si ripropone nello stesso modo ogni qual volta abbiamo a che fare con caratteri a eredità semplice mendeliana: a due fenotipi (normale e mutato) corrispondono sempre tre fenotipi: omozigoti dominanti (o puri), eterozigoti (o portatori) e omozigoti recessivi.

Seconda legge di Mendel (o della disgiunzione dei caratteri ereditari)

Cit. I due alleli dei genitori che si trovano riuniti insieme nel genotipo eterozigote dei figli, si disgiungono nuovamente nella seconda generazione.

Nell'incrocio tra un omozigote dominante e un omozigote recessivo, i caratteri recessivi non si evidenziano alla prima generazione. Però è mantenuta la capacità di poterli veder riapparire nelle generazioni successive, quando gli eterozigoti si accoppiano tra loro o con altri recessivi.

Per quanto detto nei paragrafi precedenti, sappiamo infatti che ogni individuo trasmette a ogni figlio uno solo degli alleli omologhi presenti nel proprio patrimonio genetico.

Ora che abbiamo individuato tutti i possibili genotipi, possiamo ipotizzare tutti i possibili accoppiamenti e analizzarne i risultati.

BB x BB

Padre omozigote dominante e madre omozigote dominante. Il padre, avendo due alleli uguali è in grado di trasmettere solo il gene **B**. La madre, ovviamente, si comporta nello stesso identico modo. Ogni figlio erediterà perciò **B** dal padre e **B** dalla madre, formando la coppia **BB** nel proprio corredo genetico.

Omozigote dominante x Omozigote dominante: 100% omozigoti dominanti

BB x Bb

Un genitore è omozigote dominante mentre l'altro è eterozigote, cioè portatore del gene **b**.

Il genitore omozigote è in grado di trasmettere ai figli solo il gene **B**. Il genitore eterozigote trasmette **B** al 50% dei discendenti e **b** al rimanente 50%. Nel primo caso si formerà la coppia **BB**. Nel secondo caso si formerà la coppia **Bb**. I figli perciò avranno tutti l'aspetto dei genitori, ma per metà saranno omozigoti dominanti, e per metà saranno portatori. E' impossibile distinguere gli uni dagli altri. Lo si potrà scoprire solamente accoppiandoli, una volta che saranno adulti.

Omozigote dominante x Eterozigote: 50% omozigoti dominanti, 50% eterozigoti

BB x bb

È stato il nostro esempio di partenza, che abbiamo utilizzato per spiegare la legge della dominanza. Un genitore è omozigote dominante e l'altro omozigote recessivo. Il primo genitore può trasmettere ai figli solo **B**. Il secondo genitore trasmette solo **b**. Si formerà giocoforza la coppia **Bb** nella totalità dei figli. I figli avranno cioè l'aspetto del genitore dominante, ma saranno tutti portatori del carattere recessivo.

Omozigote dominante x omozigote recessivo: 100% eterozigoti (portatori)

Bb x Bb

Quest'accoppiamento è invece alla base della dimostrazione della seconda legge di Mendel. Il primo genitore trasmette al 50% della progenie il gene **B**, mentre al rimanente 50%, il gene **b**.

Il secondo genitore, parimente, trasmette **B** e **b** in egual misura.

1) Se il gene **B** ereditato dal padre si combina con **B** ereditato dalla madre, avremo un figlio **BB** omozigote dominante, che non sarà più in grado di trasmettere il carattere recessivo di cui i genitori erano portatori.

2) Se il gene **B** ereditato dal padre si combina col gene **b** ereditato dalla madre, avremo un figlio **Bb** eterozigote portatore del carattere recessivo.

3) Se il gene **b** ereditato dal padre si combina col gene **B** ereditato dalla madre, avremo ancora una volta un figlio **Bb** eterozigote portatore del carattere recessivo.

4) Se il gene **b** ereditato dal padre si combina con il gene **b** ereditato dalla madre, avremo un figlio omozigote recessivo. Ecco quindi riapparire il carattere appartenuto a qualche antenato, non manifestato da nessuno dei due genitori

Queste quattro evenienze hanno la stessa probabilità di manifestarsi. Poiché la 2) e la 3) conducono allo stesso risultato e

quindi si sommano, possiamo affermare che l'accoppiamento **Bb x Bb** produce un 25% di prole **BB**, un 50% di **Bb** e un 25%

di **bb**. Dal punto di vista strettamente fenotipico, diremo che il 75% dei figli (**BBBb**) è simile ai genitori, mentre nel 25% riappare

il carattere recessivo. Ancora una volta ripetiamo che è impossibile distinguere **BB** da **Bb**. Scegliendo un cucciolo **B?** proveniente da un accoppiamento simile, possiamo solo dire che la probabilità che sia portatore di **b** è doppia rispetto a quella che sia puro.

Eterozigote x eterozigote: 25% omozigoti dominanti, 50% eterozigoti, 25% omozigoti recessivi.

Bb x bb:

In questo caso, si accoppia un soggetto eterozigote portatore del carattere recessivo, con uno omozigote recessivo. Il genitore eterozigote trasmette **B** alla metà della progenie, e **b** alla restante metà. Il genitore omozigote non può trasmettere che **b**.

La metà dei figli avrà quindi un corredo genetico del tipo **Bb** e sarà eterozigote.

L'altra metà avrà un corredo genetico **bb** e sarà omozigote recessiva.

Quest'accoppiamento è molto utile se si vuole scoprire se il genitore che presenta il carattere dominante (**B?**) è puro o portatore. Basterà infatti avere un solo soggetto **bb** per poterlo catalogare come **Bb**. Non è invece sufficiente l'assenza di figli recessivi per stabilire con certezza l'appartenenza al tipo **BB**, soprattutto se ci si basa su una sola cucciolata. Si tratta sempre di probabilità. E' chiaro però che più il numero dei cuccioli aumenta, più la probabilità di trovarci di fronte a un soggetto **BB** diventa una "quasi certezza".

Nell'accoppiamento **Bb x bb**, non vi sono dubbi circa il genotipo dei figli. Se si presentano come il genitore dominante sono sicuramente **Bb**, mentre se hanno l'aspetto del genitore recessivo sono **bb**.

Eterozigote x omozigote recessivo: 50% eterozigoti 50% omozigoti recessivi

bb x bb:

Accoppiamento tra due soggetti omozigoti recessivi. Ciascuno dei due genitori è in grado di trasmettere il solo gene **b** alla progenie. Il 100% dei figli avrà perciò un corredo genetico del tipo **bb** e sarà identico ai genitori sia come genotipo che come fenotipo.

Omozigote recessivo x omozigote recessivo: 100% omozigoti recessivi

Riprendendo il nostro esempio di partenza, possiamo quindi riassumere tutte le possibili combinazioni nella tabella seguente:

		Gameti materni			
		LB	Lb	lB	lb
Gameti paterni	LB	LL BB corto nero	LL Bb corto nero	Ll Bb corto nero	Ll Bb corto nero
	Lb	LL Bb corto nero	LL bb corto marrone	Ll Bb corto nero	Ll bb corto marrone
	lB	Ll BB corto nero	Ll Bb corto nero	ll BB lungo nero	ll Bb lungo nero
	lb	Ll Bb corto nero	Ll bb corto marrone	ll Bb lungo nero	ll bb lungo marrone

Terza legge di Mendel (o dell'indipendenza dei caratteri ereditari)

Cit. *Ogni coppia di alleli viene trasmessa alla discendenza in modo indipendente dalle altre.*

Fino a questo momento abbiamo considerato la trasmissione ereditaria riferendoci a una sola coppia di alleli. La terza legge di Mendel prende in considerazione due coppie di alleli, con l'intento di stabilire se e come essi possono influenzarsi reciprocamente nella loro trasmissione alla discendenza. Ipotizziamo quindi di incrociare una coppia di cani in cui il padre sia nero a pelo corto e la madre marrone a pelo lungo. Le coppie di alleli che consideriamo, sono quindi due: la prima controlla il colore del pelo e l'altra ne controlla la lunghezza. Indichiamo con **L** l'allele dominante che determina il pelo corto e con **l** quello recessivo che determina il pelo lungo. **B** e **b** li conosciamo già dall'esempio precedente.

Avremo perciò: **LL BB** x **ll bb**

La prima generazione sarà eterozigote sia per la coppia di alleli che regola il colore, sia per quella responsabile della lunghezza del pelo. I figli ereditano infatti **L** dal padre e **l** dalla madre. Per quanto riguarda la coppia della serie "b", avremo ancora **B** ereditato dal padre e **b** ereditato dalla madre.

Tutti i figli avranno il seguente corredo genetico: **Ll Bb**

Incrociando tra loro due soggetti di questo tipo (**Ll Bb** x **Ll Bb**), otteniamo però diverse combinazioni di gameti. Entrambi i genitori possono, a caso, generare gameti di tipo:

- 1) **LB**
- 2) **Lb**
- 3) **lB**
- 4) **lb**

che s'incontreranno con i gameti analoghi prodotti dall'altro genitore. Le combinazioni che si vengono a formare sono perciò $4 \times 4 = 16$ e possiamo vederle riassunte nella seguente tabella:

Genitori	Figli	
Genotipo: BB x BB Fenotipo: nero x nero	100% BB 100% nero	
Genotipo: Bb x Bb Fenotipo: nero x nero	50% Bb 50% bb 100% nero	
Genotipo: Bb x bb Fenotipo: nero x nero	25% BB 75% nero	50% Bb 25% bb marrone
Genotipo: BB x bb Fenotipo: nero x marrone	100% Bb 100% nero	
Genotipo: Bb x bb Fenotipo: nero x marrone	50% Bb 50% bb nero	50% bb 50% marrone
Genotipo: bb x bb Fenotipo: marrone x marrone	100% bb 100% marrone	

Facendo un po' di somme, possiamo verificare le seguenti ripartizioni fenotipiche:

- 9/16 neri a pelo corto
- 3/16 neri a pelo lungo
- 3/16 marrone a pelo corto
- 1/16 marrone a pelo lungo

Balza subito all'occhio quindi che il pelo corto non si accompagna necessariamente al colore nero e nella seconda generazione vediamo comparire combinazioni di caratteri che non erano presenti nei genitori (nero a pelo lungo e marrone a pelo corto). Ma un'analisi più attenta rivela anche qualcosa in più: i due caratteri sono del tutto indipendenti. Trascurando il fattore lunghezza del pelo, osserviamo che tra le 16 possibilità, 4 si riferiscono a cani marrone (tre a pelo corto e uno a pelo lungo). $4/16 = 1/4 = 25\%$ cioè lo stesso valore già visto nell'esempio precedente, quando si è calcolata la probabilità di ottenere un carattere recessivo dall'incrocio di due eterozigoti. Se trascuriamo il fattore colore, osserviamo che tra le 16 possibili combinazioni, 4 si riferiscono a cani a pelo lungo (tre neri e uno marrone).

Le percentuali attribuite all'incrocio tra eterozigoti sono perciò rispettate. Nel complesso, il 75% dei cuccioli risultano essere a pelo corto e il 25% a pelo lungo. Tra i peli lunghi, il 75% sono neri e il 25% sono marrone e lo stesso avviene tra i peli corti. Tra i marrone, il 75% hanno il pelo corto e il 25% hanno il pelo lungo; la stessa percentuale è rispettata tra i neri.

LA DETERMINAZIONE DEL SESSO

Come già anticipato, vi è una sola coppia di cromosomi in cui gli omologhi hanno forma diversa. Sono i cromosomi sessuali. In tutti i mammiferi (negli uccelli succede il contrario), la femmina possiede due cromosomi di aspetto simile (indicati con **X**). Il

maschio possiede due cromosomi di aspetto diverso. Il primo sarà sempre **X**, lo stesso posseduto dalla femmina, il secondo è indicato con **Y**.

La determinazione del sesso dipende quindi dal maschio. Il risultato segue lo stesso schema dell'accoppiamento omozigote x eterozigote. Volendo fare un'analogia con l'eredità degli alleli nei singoli affrontata nei paragrafi precedenti, diremo che la femmina ha un ruolo analogo a quello degli omozigoti. Possedendo unicamente cromosomi **X**, la madre è infatti in grado di trasmettere al nascituro solo questo cromosoma. Il padre, invece, trasmette al 50% dei figli il cromosoma **X** e al rimanente 50%, il cromosoma **Y**.

Se l'ovulo è fecondato da uno spermatozoo con **X**, lo zigote avrà una coppia **XX** e verrà concepita una femmina. Se l'ovulo è fecondato da uno spermatozoo **Y**, lo zigote avrà una coppia **XY** e verrà concepito un maschio.

I maschi ereditano **X** dalla madre e **Y** dal padre. Le femmine ereditano un **X** dal padre e un **X** dalla madre.

Il cromosoma **Y** ha forma più corta ed è molto povero di informazioni genetiche. Non tutte le informazioni che riguardano la mascolinità risiedono in **Y**. La maggior parte è regolata da geni diversi. Ci sono però molti caratteri che si manifestano solo in un sesso; i caratteri della mascolinità non sono infatti necessariamente trasmessi dal padre al figlio, ma possono essere trasmessi dalla madre che li possiede allo stato latente. Possiamo quindi ritrovare nei figli, caratteri tipicamente maschili propri del nonno paterno o comunque provenienti dalla linea materna. Questo non sarebbe possibile se i geni che li trasmettono fossero situati sul cromosoma **Y**.

L'unica informazione rilevante contenuta in **Y** è un gene chiamato **tdf** (testis determining factor), cioè il fattore che determina il testicolo. La gonade dell'embrione, infatti, inizialmente non è differenziata e ogni embrione, dal punto di vista sessuale, è bipotenziale. Può evolversi in una femmina o in un maschio. La presenza del gene **tdf** fa sì che la differenziazione si diriga in senso maschile e le gonadi si evolvano in testicoli. In assenza del gene **tdf** le gonadi diventano ovaie. **Y** è il cromosoma meno importante per quanto riguarda le funzioni vitali. L'assenza di **Y** è compatibile con la vita, e questo non si verifica per nessun altro cromosoma.

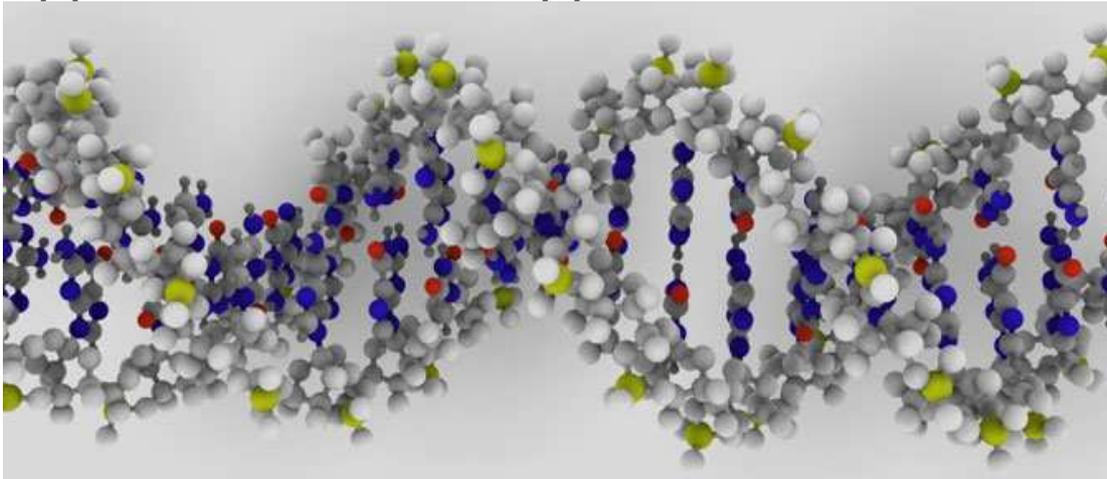
A differenza di **Y**, **X** è un cromosoma normalissimo: è presente in entrambi i genitori e permette perciò un notevole scambio genetico. **X**, quindi, contiene un discreto numero di informazioni e questo spiega la credenza popolare, non del tutto campata in aria, che vuole che i maschi assomiglino più alla madre e le femmine più al padre. Tutte le informazioni presenti su **X**, vengono trasmesse dalla madre ai figli maschi indipendentemente dal padre, che infatti trasmette **Y**. Tutto ciò che sta sulla **X** paterna, non passa ai figli maschi, ma può essere trasmesso alle sole figlie.

Le femmine, al contrario, ereditano una **X** dal padre e una dalla madre, quindi le informazioni contenute in questo cromosoma sono trasmesse da entrambi i genitori al 50% e prevarrà uno o l'altro a seconda delle gerarchie di dominanza esistenti tra i singoli geni che si trovano su **X**.

È altresì importante notare, come dal punto di vista genetico, sia più importante la madre del padre, in quanto, di fatto, ha un cromosoma in più con informazioni da poter trasmettere. **Y**, di fatto è come se non esistesse: determina solamente il sesso. Il vero motivo della maggior importanza della madre rimane comunque la rilevanza delle componenti caratteriali che si trasmettono ai cuccioli nella fase più sensibile dell'imprinting. Anche alla luce del fatto che purtroppo, ancora troppo spesso la madre è la sola a poter insegnare ai cuccioli il linguaggio canino: sono pochi i cuccioli che hanno la fortuna di conoscere un padre.

Denis Ferretti

Appunti di Genetica applicata al cane – Parte III



ECCEZIONI ALLE LEGGI DI MENDEL

L'eredità intermedia

È un'eredità senza dominanza. Sui testi di genetica è famosissimo l'esempio dell'incrocio tra fiori rossi e fiori bianchi. Nella prima generazione F1, si ottengono solo fiori rosa, ma l'incrocio F2 dà il 25% di fiori rossi, il 50% di fiori rosa e il 25% di fiori bianchi.

In questo caso abbiamo quindi tre fenotipi e tre genotipi.

AA = rosso

Aa = rosa

aa = bianco

AA x **aa** = 100% **Aa**

Aa x **Aa** = 25% **AA**, 50% **Aa**, 25% **aa**.

Forse, però, non ha più senso indicare i geni con lettere maiuscole e minuscole. Solitamente si differenziano con segni in pedice (es. **Ar** e **Ab**). Esempi di questo tipo d'eredità sono presenti nei polli, nei bovini e in diverse specie di uccelli. Nel cane non c'è nulla di scientificamente provato (un'ipotesi potrebbe essere l'orecchio a tulipano, intermedio tra l'orecchio eretto e quello semipendente). In ogni caso, a questo tipo di incrocio, possiamo assimilare moltissime mutazioni quantitative, purché non si voglia entrare troppo nel dettaglio.

Per esempio, dall'accoppiamento di un cane tigrato scuro (molto nero, rispetto al rosso) e uno tigrato chiaro (molto rosso rispetto al nero), posso aspettarmi di ottenere tigrati di gradazione intermedia. Reincrociandoli tra loro, posso aspettarmi di avere il 25% di chiari, il 50% di intermedi e il 25% di scuri, valutando la tigratura nel complesso, e facendo una suddivisione arbitraria. In realtà non c'è un confine netto che divide il chiaro dall'intermedio e l'intermedio dallo scuro.

La distribuzione 25 – 50 – 25 non è altro che una rudimentale campana di Gauss.

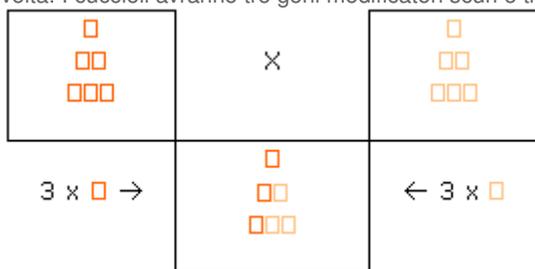
L'eredità quantitativa

Sempre mantenendo il riferimento al colore, per facilità di comprensione, pensiamo ancora alla tonalità del colore fulvo. Alcuni sono chiari e altri scuri, con tantissime scalature intermedie di tonalità. Lo stesso discorso vale per i roani che possono essere quasi bianchi con poche punteggiature o quasi brizzolati, con peli scuri che prevalgono su quelli bianchi.

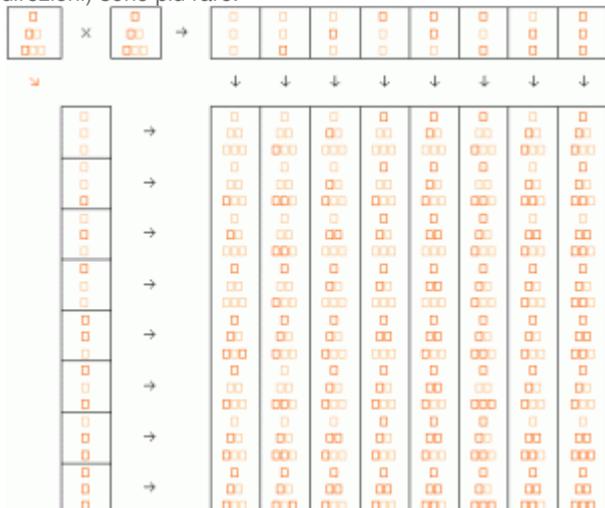
Nella morfologia ci sono tantissimi esempi: la taglia, la lunghezza degli orecchi, la lunghezza della coda, il numero dei denti. La genetica attribuisce questo tipo di eredità all'interazione contemporanea di più geni (poligeni o multipli) ognuno dei quali porta un suo contributo maggiore o minore al manifestarsi di un certo fenotipo. Il risultato finale è dovuto all'azione cumulativa di tutti i geni. Quanto più numerosi sono i poligeni mutanti tanto più il fenotipo discosterà dall'esemplare non mutato. Un cane grigio con pochi poligeni schiarenti sarà pressoché simile a un nero. Se alla stessa mutazione abbiniamo un numero altissimo di poligeni, avremo un cane quasi bianco.

Un esempio di trasmissione poligenica è il colore più o meno scuro del golden retriever. Tutti i golden retriever hanno lo stesso corredo genetico per quanto riguarda il colore: sono tutti fulvi recessivi. Tuttavia, in alcuni si manifesta un colore rosso carico (comunque mai mogano), in altri un colore molto sbiadito (comunque mai bianco). La tonalità dipende da una serie di geni modificatori. Per semplicità ipotizziamo si tratti di sei poligeni (potrebbero essere molti di più)

Dall'accoppiamento di due cani con le due espressioni estreme del mantello (quindi uno quasi crema e uno fulvo carico) avremo la totalità della prole con colore intermedio. Infatti il cane dal mantello più scuro possiede sei geni modificatori del tipo scuro e ne trasmette tre alla prole. Il partner dal mantello chiaro possiede sei geni modificatori di tipo chiaro e ne trasmette tre a sua volta. I cuccioli avranno tre geni modificatori scuri e tre chiari.



Nel reincrocio otteniamo numerose tonalità. La tonalità intermedia è la più frequente, mentre le tonalità estreme (in entrambe le direzioni) sono più rare.



L'esempio proposto è molto semplificato. In realtà, in questo tipo di eredità, i geni che interessano un carattere sono solitamente molti di più. Il risultato della loro interazione può essere valutato solo statisticamente e su numerose cucciolate, attraverso una curva di variabilità Gaussiana).

I metodi di studio dei caratteri quantitativi però, tutto sommato, sono semplici, perché si basano sul fatto che i singoli poligeni seguono un modello mendeliano di trasmissione ereditaria.

La penetranza incompleta

Anche in questo tipo di eredità non vi è prevalenza di un carattere sull'altro. A differenza dell'eredità intermedia, in questo caso, vi può però essere una prevalenza di uno sull'altro. Per esempio la pezzatura (macchie bianche) è ritenuta, da molti, soggetta a questo tipo di trasmissione. Il mantello solido prevale su quello pezzato e si comporta quasi come dominante. I portatori di pezzatura sarebbero però spesso riconoscibili perché spesso presentano piccole macchie bianche al petto, alle zampe o al muso.

Ma la caratteristica più interessante di questo tipo di eredità è comunque la diversa espressione della mutazione tra soggetti con lo stesso patrimonio genetico. La differenza può essere determinata da fattori ambientali (lo vedremo meglio più avanti) o da una diversa predisposizione determinata da geni diversi. Resta il fatto che, in questo caso, il fenotipo si manifesta in modo non completamente dipendente dal solo patrimonio genetico. Per esempio, è pressoché impossibile stabilire con esattezza la distribuzione della pezzatura. Le piccole macchie non si trasmettono come fossero tante piccole mutazioni a sé. Soggetti con lo

stesso patrimonio genetico possono presentare diversi disegni, perché in un individuo può prevalere il mantello solido e nell'altro quello pezzato, ferme restando le differenze determinate dall'azione dei geni modificatori.

Un altro esempio a testimonianza di questo tipo di eredità è la displasia dell'anca. Questa malattia, che si manifesta producendo una sublussazione coxofemorale, è teoricamente recessiva. Molti soggetti eterozigoti sono però sono riconoscibili all'esame radiografico e, a volte, manifestano i sintomi della malattia solo in età avanzata. Ve ne sono altri però che, fenotipicamente, sono perfettamente sani. Eppure trasmettono la malattia ai figli. Anche in questo caso vi sono fattori esterni e ambientali che possono essere determinanti. Difficile dire quanto dipenda dalla genetica e quanto da altri fattori.

L'epistasi

Con questo termine intendiamo l'effetto col quale geni non allelici possono mascherare la reciproca espressione fenotipica. Nell'esempio precedente, abbiamo visto che la feomelanina può assumere diverse tonalità, dal crema al fulvo carico. I geni responsabili di queste caratteristiche però non riescono a manifestare i loro effetti quando un gene del tutto estraneo (non allelico) interferisce bloccando l'espressione della feomelanina e trasformandola in eumelanina. E' questo il caso del melanismo completo che determina il colore nero, marrone o grigio esteso uniformemente in tutte le aree pigmentate. Ogni cane nero, pur non manifestandolo, conserva nel proprio patrimonio genetico i geni responsabili della tonalità del colore fulvo ed è in grado a trasmetterli alla discendenza.

I geni letali

Sono geni che possono si esprimono solamente allo stato di eterozigosi. I soggetti omozigoti muoiono prima ancora della nascita. Un tipico gene letale, per esempio è quello che provoca l'assenza del pelo nelle razze di cani nudi (Chinese Crested Dog, Cane Nudo Peruviano, Xoloitzcuintle, ecc.). Accanto a soggetti nudi, troviamo regolarmente altri con mantello normale. I cani nudi, sono infatti portatori di mantello normale, mentre eventuali omozigoti per il gene "nudo", morirebbero prima della nascita.

Nn x Nn =

25% **NN**: non vitali

50% **Nn**: nudi

25% **nn**: con mantello normale

Per questa ragione, in un programma razionale d'allevamento, in presenza di questo gene, si consiglia sempre di accoppiare puro per portatore, in modo da ottenere prole interamente vitale di cui un 50% di puri e un 50% di portatori;

Un altro esempio di gene letale è il fattore M «Merle». Questo gene, per la precisione, è subletale. La morte sembra essere più frequente in presenza di mantelli pezzati. Nei mantelli solidi, comunque è abbastanza frequente che gli omozigoti MM abbiano gravi problemi di salute (cecità, sordità, poca, costituzione debole).

Il mosaicismismo

Capita talvolta di vedere cani a macchie nere su fondo biondo o altre disposizioni infrequenti dei colori. Questi mantelli sono probabilmente da attribuire a quel fenomeno che in genetica prende il nome di mosaicismismo. Significa, che in una delle primissime divisioni dello zigote, vi è stata un'irregolarità che si è trasmessa solo alle cellule derivate da questa. In particolare, se l'irregolarità è avvenuta alla primissima divisione meiotica, avremo un cane che presenterà la metà destra di un colore e la metà sinistra di un colore diverso. La prima divisione è infatti quella che determina le due cellule dalle quali, nelle successive divisioni si formeranno rispettivamente tutte le cellule della metà destra e tutte quelle della metà sinistra del corpo.

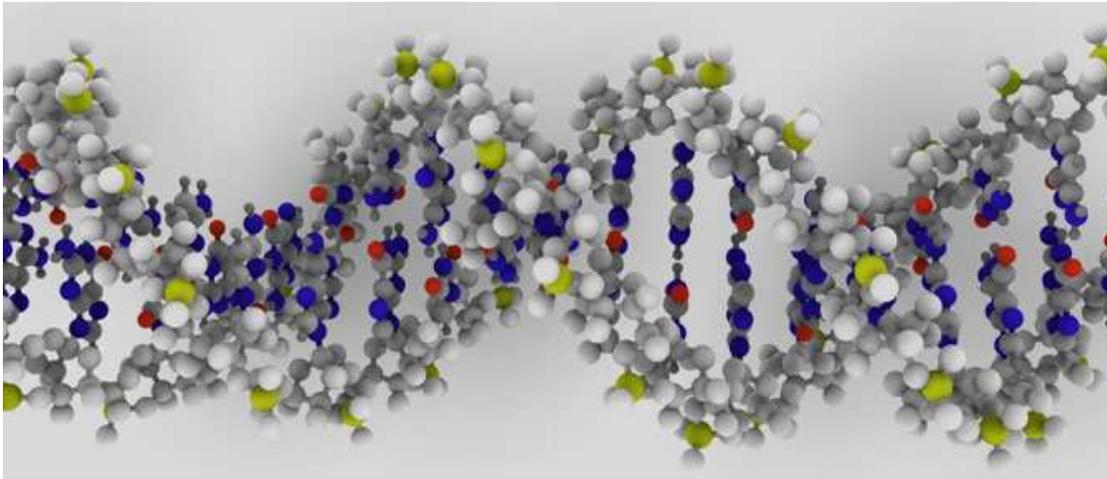
I geni e l'ambiente

L'interazione e la dominanza non sono le uniche cause che determinano la variazione dell'espressione fenotipica di un gene. Possono intervenire anche altri fattori, dipendenti soprattutto dall'ambiente esterno. L'effetto dell'ambiente non è sempre uguale su tutti gli individui. Come ho già spiegato, parlando della penetranza incompleta, in presenza di determinate condizioni ambientali esterne o di una determinata alimentazione, può succedere che solo alcuni individui aventi lo stesso genotipo manifestino un certo fenotipo. L'effetto ambientale sul fenotipo è spesso irreversibile. Si pensi all'altezza. E' provato che cani provenienti dallo stesso ceppo genetico, sottoposti a tipi diversi di alimentazione possono sviluppare altezze diverse, come diversa può essere la struttura scheletrica. Una volta adulti, un successivo cambio di alimentazione non porterà alcuna

modificazione dell'altezza raggiunta. Tuttavia l'altezza determinata da questi fattori resta comunque un fattore non ereditario e si limita a una sola generazione.

Denis Ferretti

E lo chiamarono *K*



Sono ormai passati due anni dalle nostre disquisizioni che sono arrivate a sentenziare l'estraneità dalla serie agouti del gene responsabile del nero dominante e della sua appartenenza alla stessa serie che regola il tigrato.

Nel frattempo sono arrivate molte conferme di questa deduzione. La rete web è oggi il canale di informazione più aggiornato. Ricercando illustrazioni e spiegazioni per quanto riguarda la genetica dei colori, vediamo che oggi in numerosi siti specializzati è finalmente apparsa una nuova serie chiamata **K**.

La denominazione pare che sia stata introdotta per la prima volta in una pubblicazione di Kerns del 2003. Al momento è stata adottata da moltissimi genetisti, che si sono finalmente distaccati dalla prima storica classificazione di Little.

Attualmente, la teoria più accreditata ... anzi, oserei dire, definitivamente valida vede la presenza di tre alleli, con la seguente gerarchia di dominanza: **K > k_{br} > k**

- **K** determina l'estensione della colorazione eumelaninica del pigmento a ogni parte pigmentata del corpo;
- **k_{br}** determina la tigratura (tracce eumelaniniche in tutte le zone pigmentate di feomelanina);
- **k** corrisponde al "normotipo", con concentrazione dell'eumelanina in alcune zone di elezione.

Questo, ovviamente va a sconvolgere e smentire tutte le teorie finora sostenute, che si trovano su libri tuttora in commercio. E intanto, sulla scia del vento dell'innovazione ... si continua a picconare.

Che cosa vogliamo dire per esempio del fattore maschera nera?

Little lo aveva classificato (assieme al tigrato) sulla serie **E**. La classificazione storica prevede infatti che su questa serie, stiano possano stare quattro alleli:

- **E_{br}** che determinerebbe la comparsa di striature eumelaniniche, sulle zone tipicamente pigmentate da feomelanina (per molti saranno paroloni incomprensibili, ma in sostanza si tratta di tigratura);
- **E_m** determinerebbe una colorazione eumelaninica del muso, talora con estensione all'intera faccia, al petto e a gran parte dell'anteriore;
- **E** sarebbe responsabile della normale estensione della eumelanina alle sole zone di elezione (peraltro influenzate da altri geni);
- **e** sarebbe invece responsabile della totale scomparsa della eumelanina, con la conseguente estensione della feomelanina a tutte le parti pigmentate del corpo.

L'estraneità di **Ebr** a questa serie è però già stata sancita con l'introduzione della serie **K**. Del resto, l'indipendenza tra tigrato e maschera nera era fortemente sospettabile. Sarebbe bastato osservare la situazione di forte omogeneità per la maschera nera che abbiamo, per esempio negli alani.

Secondo il Little, un cane tigrato a maschera nera, non poteva che essere **E_{br}Em**. L'omozigosi per il fattore maschera nera sarebbe perciò stata possibile solo nei soggetti fulvi e c'era da aspettarsi che:

1. tutti i tigrati a maschera nera fossero portatori di fulvo
2. accoppiando tra loro due tigrati a maschera nera si ottenessero sempre anche tigrati senza maschera ... e mai dei fulvi senza maschera.

Questo, ovviamente è facilmente smentibile. Basta osservare qualche cucciolata di alani per accorgersi, che:

1. la maschera nera è praticamente sempre presente, anche nelle cucciolate di tigrati;
2. nei rari casi in cui la maschera nera non è presente, questa si manifesta indipendentemente sia nei fulvi che nei tigrati.

Che dire quindi degli altri alleli che componevano la ormai fantomatica serie **E**? Dobbiamo rivedere tutto o si può salvare qualcosa?

Little è stato per lunghi anni un dogma, per tutti coloro che scrivevano di genetica canina. Per moltissimi anni sono state scritte le stesse informazioni da mille autori diversi che hanno semplicemente riportato, senza verificare, ciò che aveva sentenziato Little, l'intoccabile.

Ma ora che sono state date le prime picconate, la tendenza è forse opposta ...

Per quanto riguarda la classificazione del gene maschera nera, per esempio giù in molti testi si legge di una nuova serie.

C'è chi ha introdotto il gene **S_e** (*super extension*), che però non ha nulla a che vedere con la serie **S** (*spotting*).

Altri l'hanno chiamato **M_a** (*mask*), che a sua volta non ha niente a che vedere con la **M** di *Merle*.

Ormai le lettere dell'alfabeto iniziano a scarseggiare!

Ma, a parte le denominazioni che possiamo dare ... siamo sicuri che, al pari del tigrato, il gene per la maschera nera sia davvero completamente estraneo alla serie **E**? O si va per analogia in un momento che si è in vena di picconare?

In realtà è tutt'altro che improbabile che ci si possa trovare di fronte a una mutazione diversa, ma non è così semplice da dimostrare come nel caso del tigrato.

Una gerarchia **E_m > E > e**, in realtà è comunque abbastanza logica (più eumelanina domina su meno eumelanina) e verosimile.

Quante sono le razze che ammettono contemporaneamente sia il mantello a maschera nera che il fulvo recessivo (quello senza mai nemmeno un pelo scuro, per intenderci)?

Per cercare esempi e testimonianze dovremmo quasi limitarci alle razze che ammettono tutti i colori. E' molto difficile reperire "materiale" che possa darci qualche informazione.

Ipotizzare l'estraneità del gene maschera nera alla serie **E**, implicherebbe, per esempio, ammettere la possibilità che un cane fulvo **ee**, possa avere una maschera latente **e**, che accoppiato con un fulvo (o focato) **EE** possa generare cuccioli a maschera nera. Purtroppo non sono mai venuto a conoscenza di episodi simili.

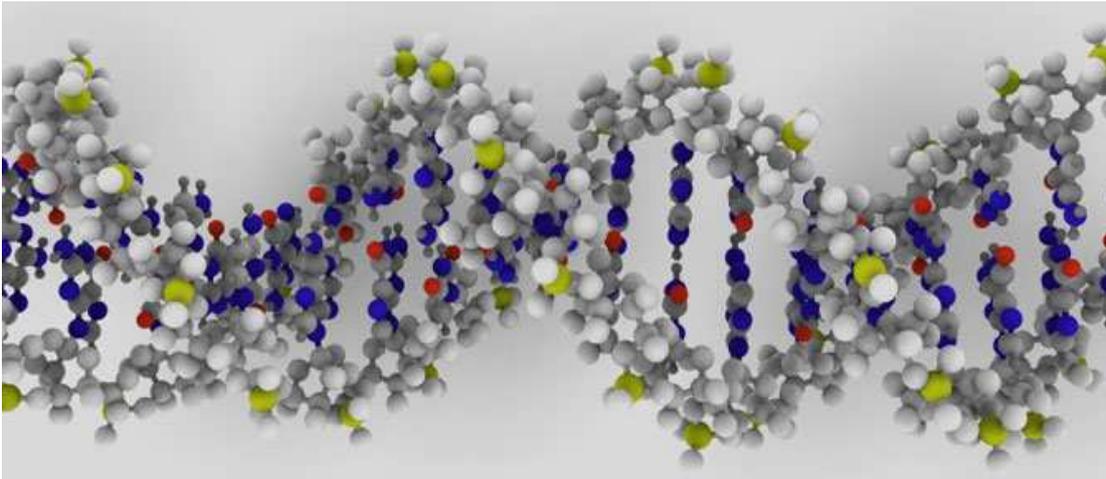
Un'altra testimonianza potrebbe essere la possibilità di ottenere da genitori a maschera nera, soggetti fulvi o focati a baffi neri (ma senza maschera) e soggetti fulvi recessivi (senza nemmeno un solo pelo nero) nella stessa cucciolata. Anche in questo caso, non ho nessun caso da poter portare come esempio. Nessuna testimonianza.

A disposizione abbiamo solo qualche elemento su cui riflettere. Come, per esempio, il fatto che le razze che ammettono il fulvo recessivo, anche se contemplano altri colori, molto difficilmente vedono tra questi il fattore maschera nera. Sarà un caso?

Sicuramente, per quanto mi riguarda, è il caso di mettere via il piccone e, per il momento, di lasciare in pace l'ormai bistrattato Little. Almeno per quanto riguarda questo gene. E, ovviamente, fino a ulteriori sviluppi. Chi vivrà, vedrà.

Denis Ferretti

E se lo chiamassimo F?



Dopo la scoperta del gene **K** che ha modificato la precedente classificazione spostando il nero dominante (precedentemente chiamato **A**) su una serie tutta nuova, si prospettano altri cambiamenti per la serie 'agouti'.

Allo stato attuale, sui libri e sui siti internet più aggiornati, la serie storica che regola la ripartizione tra eumelanina e feomelanina risulta essere composta di 5 geni allelici tra loro. In ordine di dominanza troviamo:

- **ay** responsabile del mantello fulvo prevalentemente composto da feomelanina (es. Chow Chow rosso, Boxer fulvo)
- **aw** responsabile del mantello di tipo ancestrale, con la classica zonatura tipica del lupo (es. Lupo Cecoslovacco, Wolfspitz)
- **as** responsabile del mantello focato con sella scura e focature ampie agli arti e alla testa (es. Pastore Tedesco, Airedale Terrier)
- **at** responsabile del mantello con focature ridotte alle 6 tipiche sedi fisse, ovvero lati del muso, triangoli al petto, pastiglie sugli occhi, tarso, metatarso e perineo. (es. Dobermann, Rottweiler)
- **a** responsabile del nero recessivo, mantello completamente eumelaninico simile a quello determinato dal famoso **K** di cui ho parlato precedentemente. E' un colore molto raro presente in pochissime razze, tra cui il Pastore Tedesco e lo Shetland Sheepdog (però come colore non riconosciuto).

Già dai tempi della scoperta di **K**, nutro il dubbio che anche questi geni potessero non essere tutti necessariamente allelici con l'agouti. Ma essendo quest'ultimo un colore poco diffuso, non ho mai avuto modo di poter avere una prova certa di questa mia convinzione.

L'occasione si è palesata pochi giorni fa, quando ho accettato di scrivere un articolo sulla genetica dei colori dell'Eurasier a uso e consumo del ECI. Consultando il libro genealogico on-line, nella ricerca di conferme riguardo ai colori presenti nella razza e alla loro trasmissione ereditaria e infine studiando la storia della razza mi si è manifestata chiaramente una situazione incompatibile con il modo attuale di attribuire i colori della serie agouti.

Non tirerò in ballo gli specifici pedigree disponibili in rete. Anche perché sarebbe quanto meno necessario verificare l'effettiva corrispondenza del colore dichiarato con quello presentato dal cane. Ci potrebbero inoltre essere errori di traduzione, attribuzioni sbagliate di colori descritti in modo superficiale, dando per scontata la massima correttezza nell'attribuzione delle paternità.

Ma ho comunque materiale sufficiente per sostenere la mia tesi solamente rifacendomi alla ... storia della razza.

Come molti sanno l'idea concettuale dell'Eurasier parte dal noto etologo Konrad Lorenz che nel suo libro 'E l'uomo incontrò il cane' racconta del meraviglioso carattere della sua 'Stasi', nata dall'incrocio tra Chow Chow e Pastore 'Alsaziano'.

Nei primi anni '60, i creatori della razza, gli allevatori Julius Wipfe, Charlotte Baldamus, Ulrike Rosenkranz e Martha Schell, iniziarono il loro progetto con l'obiettivo di riproporre la combinazione di tratti caratteriali tanto elogiata da Lorenz.

A quei tempi era ancora accreditata la teoria che vedeva alla base delle differenze caratteriali tra le razze, la loro diversa origine. Discendenti dal lupo i cani appartenenti a razze orientali e discendenti dallo sciacallo quelli occidentali. Come partner

ideale per il Chow Chow si decise perciò di scegliere il Wolfspitz, in quanto razza più antica e ritenuta molto più vicina al modello ancestrale del *Canis familiaris palustris* progenitore di tutti i lupoidi occidentali.

L'Eurasier quindi parte inizialmente dall'incrocio di due sole razze: Wolfspitz e Chow Chow.

Il primo dalla tipica colorazione grigio lupo (agouti). Il secondo rosso o nero... o eventualmente blu, crema o bianco. Ma in ogni caso mai focato.

In base alle attuali conoscenze, il Wolfspitz dovrebbe pertanto avere un patrimonio genetico *awaw* grigio lupo. Non mi risulta che dall'accoppiamento in purezza di Wolfspitz siano mai nati cani focati. Quindi è senz'altro corretto ritenere che tutti i Wolfspitz siano omozigoti *awaw*. Se fosse presente *at* (o *as*) prima o poi si sarebbe sicuramente manifestato.

I Chow Chow rossi hanno invece un patrimonio genetico *ayay*. Quelli neri *KK ayay*. Anche in questo caso dovremmo poter escludere la presenza di *at* per gli stessi motivi di cui sopra: se fosse presente ci sarebbero anche Chow Chow focati, cosa che invece non avviene.

Fatte queste premesse, la domanda sorge spontanea: com'è possibile allora che dal rimescolamento di geni provenienti da queste due sole razze siano apparsi Eurasier a mantello focato?

Tra **awaw** e **ayay** dovremmo ottenere infatti una prima generazione di cani **ayaw**, ovvero rossi (fulvi) eventualmente carbonati se questo gene, indipendente, fosse presente nel patrimonio genetico del soggetto agouti. Eventualmente con maschera nera ... il Wolfspitz spesso ce l'ha. Ma parlando del colore predominante si tratterebbe comunque di cani rossi.

Dal reincrocio, le sole combinazioni possibili sarebbero: **ayay** (rosso/fulvo omozigote), **ayaw** (rosso/fulvo portatore di agouti) e **awaw** (agouti). Maschere nere e carbonature finché si vuole, ma sulla carta non dovrebbe mai essere possibile ottenere cani focati.

Il colore nero focato invece, nell'Eurasier, è comparso subito fin dai primi incroci tra F1 Chow x Wolfspitz, insieme a rossi, agouti, crema, carbonati e tanti altri colori dipendenti da mutazioni diverse.

La spiegazione, a mio avviso, è abbastanza semplice: fulvo/focato e agouti/non agouti non sono allelici tra loro ma sono situati su geni diversi. Anziché ragionare su una sola coppia di alleli proverei a pensare a due coppie.

Propongo perciò di lasciare sulla serie agouti due soli alleli. Quello dominante chiamato precedentemente **aw** potrebbe ora essere identificato dalla sola lettera maiuscola: **A**.

L'allele dominante sarebbe responsabile della zonatura del pelo, ovvero la tipica banda gialla di feomelanina che nel mantello ancestrale si trova prima della punta scura. L'allele recessivo, che ora potremmo semplicemente chiamare '**a**' minuscolo sarebbe responsabile del mantello 'non agouti' ovvero della scomparsa della banda gialla.

Agli altri colori precedentemente collocati sulla serie **A**, attribuirei invece una lettera diversa. Che potrebbe essere la **F**. **F** come fulvo, **f** come focato ... e **F** perché è una delle poche lettere dell'alfabeto rimaste a disposizione per classificare i colori. Per rendere più comprensibili i rapporti di dominanza anziché utilizzare altre lettere in pendice potremmo utilizzare, maiuscole e segni positivi e negativi:

- **F**: mantello composto prevalentemente di feomelanina (il vecchio **ay**);
- **f** : mantello focato con eumelanina concentrata sulla sella e feomelanina su testa e arti (il vecchio **as**)
- **f**: mantello focato a sedi fisse (ex **at**)
- **f-**: mantello completamente eumelaninico (il vecchio **a**)

In quest'ottica perciò un Wolfspitz sarà da considerare un 'focato a tutti gli effetti'. E si vede anche. In faccia no perché spesso ha maschera nera (altro gene copre tutto) ma agli arti è ben chiaro. Su base nero-focato però interviene il gene agouti che trasforma i peli neri in peli zonati con banda giallo crema. Essendo quello il colore tipico del canide selvatico, sarebbe però più corretto dire che è il gene recessivo 'non agouti' che trasforma il pelo zonato in pelo prevalentemente scuro. A giudicare dai risultati negli incroci dovrebbero essere presenti nella razza sia **f** che **f-**, che su base agouti non sono però così facilmente riconoscibili.

In sostanza quindi il Wolfspitz potrebbe avere un patrimonio genetico **AA f f**.

E veniamo al Chow Chow. Per quanto riguarda la serie **A**, teoricamente potrebbe essere sia agouti che non agouti. Non è dato saperlo in quanto sono presenti due geni che mascherano l'effetto agouti. Il gene **K** (eumelanismo completo) che inibisce completamente l'espressione dell'eumelanina (quindi anche delle bande gialle).

Il gene **F** (ex **ay**) che al contrario inibisce tutta la eumelanina ... e quindi giallo su fulvo non si vede. Se però anche il Chow Chow fosse geneticamente agouti (**AA**) nei reincontri col Wolfspitz non sarebbero mai apparsi cani non agouti (focati) ... quindi dobbiamo dedurre che il gene '**a**' (non agouti) dovrebbe essere presente. E poiché quasi tutte le razze sono di fatto 'non agouti' potremmo anche azzardare che anche per il Chow Chow sia lo stesso e che abbia perciò un corredo genetico di tipo **aa**.

Per quanto riguarda la serie **F** dobbiamo escludere la presenza di **f** e di **f** in quanto, come ho fatto notare in precedenza non nascono mai Chow Chow focati. Non è da escludere invece la presenza di **f-** (nero recessivo) anche se sappiamo essere rarissimo nella specie. Spulciando nel libro genealogico on line, a dire il vero, ho trovato alcuni casi di cani neri nati da accoppiamenti tra rossi e crema, che avvalorerebbe questa ipotesi. Tuttavia bisognerebbe poter verificare meglio e assicurarsi che quanto dichiarato corrisponda davvero alla realtà.

Lasciando perciò da parte la remota possibilità della presenza del nero recessivo nei Chow Chow progenitori dell'Eurasier, possiamo ipotizzare un corredo genetico del tipo **aa FF**.

Cosa succede quindi quando un Wolfspitz grigio lupo **AA f fsi** unisce a un chow chow rosso **aa FF** ?

In prima generazione abbiamo cani **Aa Fft** oppure cani **AaFfs** ovvero cani rossi, geneticamente agouti (la cosa si vede meglio in presenza di carbonatura), portatori di focato (sella o sedi fisse) e di 'non agouti'

In seconda generazione, accoppiando per esempio Padre **Aa Ff** x Madre **Aa Ff**, avremo:

		gameti della madre			
		AF	Af	aF	a f
gameti del padre	AF	rosso AAFF	rosso AAFf	rosso AaFF	rosso AaFf
	Af	rosso AAFf	agouti AAf,f	rosso AaFf	agouti Aaf,f
	aF	rosso AaFF	rosso AaFf	rosso aaFF	rosso aaFf
	a f	rosso AaFf	agouti Aaf,f	rosso aaFf	focato aaf,f

Tra le varie combinazioni ecco che vediamo palesarsi la possibilità di avere anche soggetti focati. In questo caso di tipo 'sella scura', ma in grado di trasmettere anche la modalità 'focature a sedi fisse' alle generazioni future.

Ulteriori osservazioni a proposito del colore agouti

Un altro dettaglio trascurato dalla presentazione originale dei geni della serie agouti è anche il fatto che si consideri il colore tipico lupino come risultato di un' unica mutazione.

Il colore tipico del lupo non si differenzia dal classico nero focato solo per la zonatura dei peli e la banda gialla descritta poc'anzi. Le focature dei lupi non hanno la stessa tonalità di quelle di un Rottweiler o di un Dobermann.

Soprattutto non hanno la stessa omogeneità su tutto il corpo. Si va dal quasi bianco ai lati del muso e agli arti al rosso scuro nelle zonature dei peli sul dorso. Le 'pastiglie' sugli occhi appaiono spesso bicolori, cangianti dal crema al bruno.

Il gene agouti **A** è responsabile della sola zonatura del pelo. A determinare la seconda componente che va a formare il mantello ancestrale è un altro gene indipendente. In alcuni siti americani lo si trova già ed è chiamato 'paling' (da 'pale', pallido) e perciò indicato con la lettera **P**.

Sembrirebbe dominante. Non sono riuscito ad avere prove certe.

Il colore tipico del lupo (parlando di cani si pensi al Lupo Cecoslovacco o al Pastore del Caucaso) è dato dalla combinazione di **A** e di **P**.

Il solo A senza il fattore 'paling' (es. **AA pp** oppure **Aa pp**) si traduce in un colore zonato ma con focature decise. Non necessariamente scure... eventualmente anche chiare, ma comunque uniformi.

Per esempio è ha una colorazione di questo tipo il Bassotto Tedesco color cinghiale (diffusissimo tra i peli ruvidi) o il Pastore Tedesco 'grigio' che ha pelo zonato ma risulta chiaramente diverso dal Lupo Cecoslovacco, peraltro suo discendente diretto.

Il solo gene paling (**P**) senza il contributo dell'agouti **A** (cioè **PP aa** oppure **Pp aa**) produce invece un mantello focato con focature non uniformi che cambiano dal rosso al bianco facendo apparire il cane, agli occhi dei non esperti, simile a un tricolore.

Un esempio tipico è lo Shiba Inu nero focato. Anche il Saluki ha sovente questo tipo di mantello.

A differenza dell'Agouti **A**, il paling è evidente anche nei mantelli rossi. L'urajiro dell'Akita (colore bianco su arti gola e parti inferiori contrapposto al fulvo del corpo) è chiaramente determinato dal 'paling'.

Anche nell'Eurasier non poteva mancare questo gene che combinato quelli della carbonatura, e della maschera nera, della riduzione di tipo 'crema' va a costruire una vastissima gamma di colorazioni alternative.

Ma di questo avrò occasione di parlare in altra sede. Ciò che ho scritto qui è una premessa necessaria per poter affrontare la tematico ultracomplexa dei colori dell'Eurasier.

Ma quanto è emerso credo sia ora di interesse generale.

Denis Ferretti