

PIANO DI SVILUPPO RURALE NAZIONALE

PSRN-Equinbio 2 – sottomisura 10.2

Aggiornamento indici morfo-lineari e parametri morfologici per i caratteri fenotipici della razza.

La valutazione morfologica ha rappresentato un momento fondamentale nel miglioramento genetico degli animali di interesse zootecnico in quanto, al di là delle capacità produttive, consente di apprezzare altre caratteristiche di notevole interesse per la selezione quali: il rispetto dei canoni morfo-funzionali descritti negli standard di razza, la conformazione di alcune regioni particolarmente importanti, la correttezza zoognostica che è spesso correlata alla longevità. Viene effettuata da personale appositamente addestrato che deve essere in grado di esprimere un proprio giudizio (numero o attraverso aggettivi opportunamente definiti) confrontando il soggetto da valutare con il tipo ideale cui la selezione deve tendere. La valutazione morfologica è spesso espressa anche attraverso punteggi disaggregati che si riferiscono a diverse caratteristiche (dimensione, conformazione, ecc..) o a differenti regioni (spalla, dorso, groppa, ecc..) questi infine contribuiscono a dare un unico punteggio finale che va a qualificare l'animale. Il problema essenziale insito in questo tipo di valutazione è la soggettività, poiché infatti il concetto di "bellezza" è del tutto personale. Di fatto è assai difficile che giudici diversi, pur se adeguatamente addestrati, riescano a dare costantemente gli stessi punteggi; da ciò deriva che la valutazione e, pertanto, il lavoro selettivo, è fortemente dipendente da quello che nella pratica viene definito "effetto giudice". Storicamente, la maggior parte degli allevatori di cavalli ha seguito una selezione basata solo su canoni estetici, ma negli ultimi decenni è stata posta maggiore enfasi sulla conformazione funzionale. La conformazione è, infatti, una caratteristica importante in quanto determina la capacità di movimento, la funzione a cui è destinato il cavallo e, in ultima analisi, le sue prestazioni future (performance). Nel caso del cavallo sportivo, si è rivelata utile la selezione indiretta dei caratteri legati alle prestazioni (es. corsa in piano, trotto, dressage, salto ostacoli) utilizzando informazioni sulla conformazione. Infatti, questi caratteri hanno una bassa ereditabilità e possono essere misurati solo tardi nella vita dell'animale; ad esempio, nel Purosangue, le stime di ereditabilità per l'attitudine alla corsa variano ampiamente, passando da quasi zero a oltre 0,75, come riportato da Raudsepp et al. (2019). Al contrario, i caratteri legati alla conformazione possono essere rilevati più precocemente. L'efficienza della selezione indiretta per le performance dipende dalla variabilità genetica dei caratteri legati alla conformazione e dalle correlazioni genetiche tra questi caratteri e quelli delle performance. Sono stati effettuati numerosi studi sulla conformazione basati su misure somatiche, di solito per valutare l'ereditabilità del carattere. Nonostante ciò, nel caso delle razze italiane, vengono effettivamente misurati solo alcuni caratteri della conformazione del cavallo, poiché questa attività è difficile e costosa. I caratteri di conformazione, per lo più classificati su una scala soggettiva, hanno mostrato nel cavallo un'ereditabilità da bassa a moderata, inoltre, sono state anche identificate moderate correlazioni genetiche tra i caratteri legati all'andatura e i risultati delle competizioni. In sintesi, il problema principale della valutazione morfologica è la sua "soggettività", infatti, è difficile stabilire se giudici diversi, pur essendo ben addestrati, offrano la stessa valutazione dello stesso animale. Per questo motivo, la valutazione morfologica è stata progressivamente sostituita dalla lineare, che si basa sulla misura oggettiva dei caratteri legati alla conformazione; infatti, descrive dove l'animale valutato si trova nell'ambito di una scala compresa tra gli estremi biologici di un particolare carattere. In Italia, l'Associazione Nazionale Allevatori Maremmano (ANAM) è stata tra le prime ad utilizzare il punteggio lineare per valutare i cavalli da iscrivere al Libro Genealogico, ed è tuttora utilizzato nei piani selettivi

Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

della razza. Infatti, il Maremmano è stato il primo cavallo italiano ad essere sottoposto ad una valutazione sperimentale dei giovani stalloni attraverso una prova di performance test della durata di cento giorni, effettuando anche valutazioni morfologiche, cliniche e di performance. A tale proposito, l'intento di questa azione è stato quello di sviluppare un unico indice di selezione che tenesse in considerazione le misure biometriche e i punteggi lineari.

L'ANAM ha fornito un dataset costituito da 600 record, relativi a 40 maschi e 560 femmine, in cui erano riportate le variabili della tabella 1 tra cui erano presenti 4 misure biometriche (cm) e 24 voci di punteggio lineare, ciascuna suddivisa in 15 classi. Inoltre, è stato fornito un punteggio sulla condizione corporea (BCS) suddivisa in cinque classi.

In prima battuta tutti i caratteri di valutazione lineare sono stati suddivisi in tre categorie come proposto da Sánchez-Guerrero (2017) su cavalli di Pura Raza Español. Il primo gruppo contempla i caratteri che descrivono l'equilibrio proporzionale del corpo dell'animale, il secondo, si riferiva ai caratteri legati alle performance sportive, e il terzo, ai caratteri relativi alla correttezza degli arti. In uno screening preliminare del set di dati, è stato osservato che le valutazioni lineari erano state effettuate da 25 giudici; poiché alcuni di essi avevano però fornito un numero molto basso di giudizi (<5), questi non sono stati presi in considerazione. Pertanto, solo 15 giudici sono rimasti nel dataset finale; infine, ogni cavallo è stato valutato una sola volta dallo stesso giudice, non permettendo così di testare la riproducibilità del giudizio.



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

Tabella 1. Parametri, variabili e acronimi.

	ACRONIMO
Identificativo cavallo	ID
Numero scheda	NUM
Giudice	JDG
Data valutazione	DATA
Luogo della valutazione	LOC
VARIABILI	ACRONIMO
<i>MISURE BIOMETRICHE</i>	
Altezza al garrese (cm)	HG
Circonferenza torace (cm)	CT
Circonferenza stinco(cm)	STI
Lunghezza spalla (cm)	SPA
<i>PUNTEGGIO LINEARE</i>	
Equilibrio proporzionale del corpo	
Testa profilo	TPL
Testa volume	TVL
Collo allineamento	COAL
Spalla inclinazione	SPIL
Garrese altezza	HGL
Dorso profilo	DPL
Groppa inclinazione	GIL
Performance sportive	
Collo lunghezza	COL
Petto larghezza	PELL
Spalla lunghezza	SPLL
Torace altezza	ATL
Dorso lunghezza	DLL
Lombi lunghezza	LLL
Groppa lunghezza	GLL
Groppa larghezza	GLAL
Correttezza degli arti	
Anteriori fronte chiuso	AF1L
Anteriori fronte mancino	AF2L
Anteriori fronte valgo	AF3L
Anteriori lato incavo	ALL
Posteriori dietro chiuso	PD1L
Posteriori dietro mancino	PD2L
Posteriori dietro valgo	PD3L
Posteriori lato falciato	PLL
Angolo pastoia	PAL
Body Condition Score	BCS



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

Sono state poi stimate le correlazioni tra i punteggi lineari di ciascun giudice e le misure biometriche della CT e della SPLL per verificare la capacità di punteggiare dei giudici; tutti quelli con una correlazione inferiore a 0,30 sono stati eliminati. Pertanto, il set di dati finale conteneva i punteggi forniti da 11 giudici su 501 cavalli (40 stalloni e 461 fattrici).

Nella scheda di valutazione, tutti i punteggi sono espressi in lettere (15 punteggi da "A" a "Q") seguendo l'alfabeto italiano, pertanto, prima dell'analisi statistica, è stata effettuata una trasformazione da lettere a numeri. Per i caratteri quantitativi lineari (TPL, COL, SPIL, HGL, PELL, ATL, BLL, LLL, GLL e GLAL), il valore di 1 è stato assegnato alla classe relativa alla misura più bassa (classe A della scheda) che, aumentava poi nelle classi successive fino a 15 nella classe più alta (Q).

In un secondo gruppo di caratteri, che esprimevano la correttezza zoognostica o la tipicità di razza (TVL, COAL, DPL, GIL e tutti i caratteri relativi agli arti), veniva invece assegnato il valore di 15 alla classe centrale (H) in cui sono presenti gli animali senza difetto o molto tipici; valori simmetricamente sempre più bassi venivano attribuiti alle altre classi in funzione della loro distanza da quella centrale. In tal modo le classi estreme (A e Q) assumevano i valori numerici più bassi (1 e 2).

Prima dell'analisi statistica è stata calcolata l'età alla data della valutazione, e tramite i valori ottenuti i cavalli sono stati raggruppati in tre classi: CLASSE 1 (animali giovani) 2-4 anni (166 cavalli); CLASSE 2 (animali adulti) 5-15 anni (261 cavalli) e CLASSE 3 (animali maturi) >15 anni (74 cavalli). Nel campione, l'età media alla data della valutazione era di $9 \pm 5,7$ anni. In un'analisi preliminare dei dati, sono state stimate le frequenze di ciascuna classe e la moda per tutti i caratteri lineari, nonché la media, l'errore standard e il coefficiente di variabilità (CV) delle misure biometriche e di tutti i caratteri lineari, per il campione totale e per sesso. Il test di normalità di Shapiro-Wilk è stato eseguito per determinare se i dati disponibili si distribuivano normalmente e l'omogeneità della varianza d'errore è stata verificata utilizzando il test di Bartlett (R software). Per sintetizzare tutte le variabili (biometriche e lineari) in un solo indice BLUP-AM-MT è stata effettuata un'analisi fattoriale (PROC FACTOR, SAS); le variabili utili per la stima dell'indice sono state selezionate in base al test di Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) che determina l'idoneità dei dati per l'analisi fattoriale ed il modello è stato ruotato con il metodo VARIMAX per aumentare la capacità di stima dell'analisi. Il numero di fattori da estrarre è stato fissato pari a 3 che sono stati così denominati: Fattore 1 = "Dimensioni del tronco", Fattore 2 = "Arti" e Fattore 3 = "Lunghezza". Gli indici genetici sono stati poi stimati attraverso un modello misto che ha preso in considerazione come effetti fissi: il sesso, il giudice, il BCS e la classe di età (BLUPF90), con una matrice di parentela contenente 16.988 animali. Il nuovo Estimated Breeding Value (EBV) finale è stato calcolato sommando gli indici genetici derivati dai tre fattori, ciascuno ponderato per un coefficiente di enfasi relativa indicato dall'ANAM:

$$\text{EBV} = (0,4 * \text{Fattore 1}) + (0,3 * \text{Fattore 2}) + (0,3 * \text{Fattore 3}).$$

La fattibilità pratica del nuovo EBV è stata valutata attraverso le correlazioni Spearman tra l'EBV, gli indici BLUP-AM-MT stimati attraverso le quattro misure biometriche e la valutazione morfologica (MS) assegnata a ciascun cavallo dai giudici ANAM. Gli indici BLUP-AM-MT e i punteggi morfologici (MS) sono stati ottenuti dagli archivi dell'ANAM.

Le variabili non erano normalmente distribuite ($P > 0,05$) e l'omogeneità delle varianze è stata confermata. Nelle Tabelle 2, 3 e 4 sono riportate le frequenze delle classi di punteggio lineare,



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

rispettivamente, per l'equilibrio proporzionale del corpo, le performance sportive e la correttezza degli arti. Come previsto, le frequenze riportate nella Tabella 2 hanno una distribuzione unimodale, dove la classe centrale (H) è sempre la più abbondante, come nel caso dei caratteri DPL (64%), TPL (48%) e COAL (44%). L'unica differenza è SPIL, dove la classe H ha una frequenza del 15% e la classe più abbondante è la F (23%). Le classi estreme (A, B, P, Q) non hanno osservazioni, mentre le altre mostrano valori maggiori avvicinandosi a quella centrale.

Tabella 2. Frequenze (%) caratteri equilibrio proporzionale del corpo (n=501).

Caratteri	Frequenze (%)															TOT
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	
TPL	-	-	-	1	2	3	8	48	15	15	8	2	1	-	-	100
TVL	-	-	1	2	5	11	10	35	11	18	6	2	-	-	-	100
COAL	-	-	-	1	4	9	12	44	6	11	8	3	2	-	-	100
SPIL	-	-	2	4	14	23	13	15	8	14	6	1	-	-	-	100
HGL	-	1	1	2	7	6	23	11	22	17	6	4	1	-	-	100
DPL	-	-	1	2	3	8	12	64	6	3	1	-	-	-	-	100
GIL	-	-	-	1	4	6	5	26	14	22	16	4	2	-	-	100

L'andamento sopra descritto è meno evidente nei caratteri sportivi (Tabella 3), dove la classe centrale spesso non è quella più abbondante (SPLL, PELL, ATL, LLL), e i valori più alti si osservano nelle classi superiori a quella centrale. Questa situazione potrebbe essere dovuta al target di selezione, che predilige un tipo di cavallo piuttosto leggero.

Tabella-3. Frequenze (%) dei caratteri relativi alle performance sportive (n=501).

Caratteri	Frequenze (%)															TOT
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	
COL	-	-	-	2	7	17	13	25	8	16	9	2	-	-	-	100
SPLL	-	-	-	1	1	4	3	17	11	27	24	8	3	-	-	100
PELL	-	1	3	5	9	8	19	8	22	16	5	4	1	-	-	100
ATL	-	-	-	1	2	5	6	19	13	22	20	7	5	1	-	100
DLL	-	-	-	1	1	4	5	44	16	17	9	2	1	1	-	100
LLL	-	-	-	-	2	5	7	21	21	26	13	4	2	1	-	100
GLL	-	-	1	1	7	7	12	33	11	16	9	1	1	-	-	100
GLAL	-	-	-	2	3	4	27	12	26	17	5	4	-	-	-	100

I valori riportati nella Tabella 4 di solito non mostrano osservazioni nella prima e nell'ultima classe. La classe centrale (H) è sempre ben rappresentata e, a volte, il suo valore supera l'80%. Questa situazione è correlata al tipo di carattere (correttezza degli arti), in cui la classe centrale rappresenta gli animali con la corretta struttura delle gambe, e le altre classi rappresentano i



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

cavalli con gravi difetti. I caratteri con le più alte frequenze di difetto sono AF1L, AF2L, PD1L, PD2L e PAL.

Tabella 4. Frequenze (%) caratteri correttezza degli arti (n=501).

Caratteri	Frequenze (%)															TOT
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	
AF1L	-	1	2	5	10	13	53	8	6	2	1	1	-	-	-	100
AF2L	-	-	1	1	5	9	8	44	10	11	7	2	1	1	-	100
AF3L	-	-	-	1	2	7	83	4	2	1	-	-	-	-	-	100
ALL	-	-	-	-	1	3	6	85	3	2	1	-	-	-	-	100
PD1L	-	1	2	9	18	16	40	9	4	1	-	-	-	-	-	100
PD2L	-	1	1	5	18	16	53	2	3	1	-	-	-	-	-	100
PD3L	-	-	-	1	2	9	81	4	2	1	-	-	-	-	-	100
PLL	-	1	1	2	5	10	57	11	9	4	1	-	-	-	-	100
PAL	-	-	1	2	7	16	14	44	7	7	2	-	-	-	-	100

Le medie, gli errori standard e i coefficienti di variazione riportati nella tabella 5 mostrano le dimensioni relativamente grandi dei cavalli del campione. Per le misure biometriche, nel campione totale, l'altezza al garrese è di $164,31 \pm 0,20$ cm ed è ben bilanciata dall'ampia circonferenza toracica di $194,11 \pm 0,56$ cm. La circonferenza del perimetro dello stinco è di $20,78 \pm 0,06$ cm e la lunghezza della spalla è di $69,66 \pm 0,24$ cm. Il campione studiato è piuttosto omogeneo; gli errori standard sono piccoli, e i coefficienti di variazione, molto bassi, vanno dal 2,7% (HG) al 7,80% (SPA).



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

Tabella 5. Principali parametri di inferenza statistica delle misure biometriche e dei caratteri di valutazione lineare

Caratteri	Totale		Maschi		Femmine	
	Media±SE	CV	Media±SE	CV	Media±SE	CV
	(cm)	%	(cm)	%	(cm)	%
HG	164,31±0,20	2,70	164,62±0,69	2,64	164,09±0,21	2,74
CT	194,11±0,56	6,45	194,46±1,48	4,81	193,84±0,67	7,42
BCS	20,78±0,06	6,21	20,81±0,25	7,64	20,73±0,05	4,82
SPA	69,66±0,24	7,80	69,86±0,83	7,54	69,38±0,26	7,98

	Media±SE	Moda	CV
Equilibrio proporzionale del corpo			
TPL	8,58±0,05	8	16,45
TVL	8,15±0,07	8	21,14
COAL	8,19±0,07	8	21,96
SPIL	8,98±0,07	7	21,05
HGL	9,15±0,08	9	22,62
DPL	7,67±0,04	8	15,63
GIL	7,35±0,08	9	28,95
Performance sportive			
COL	7,98±0,07	8	24,37
PELL	8,90±0,09	9	25,61
SPLL	9,71±0,07	10	17,96
ATL	9,47±0,07	10	20,58
DLL	8,74±0,06	8	16,84
LLL	9,11±0,06	9	18,14
GLL	8,28±0,07	8	22,65
GLAL	9,35±0,07	10	18,84
Correttezza degli arti			
AF1L	7,70±0,06	8	19,36
AF2L	8,19±0,07	8	22,38
AF3L	7,94±0,02	8	8,59
ALL	7,97±0,02	8	9,02
PD1L	7,32±0,06	8	20,32
PD2L	7,38±0,04	8	16,56
PD3L	7,94±0,03	8	9,33
PLL	8,17±0,05	8	16,48
PAL	7,48±0,06	8	19,96
BCS	3,35±0,03	3	19,45

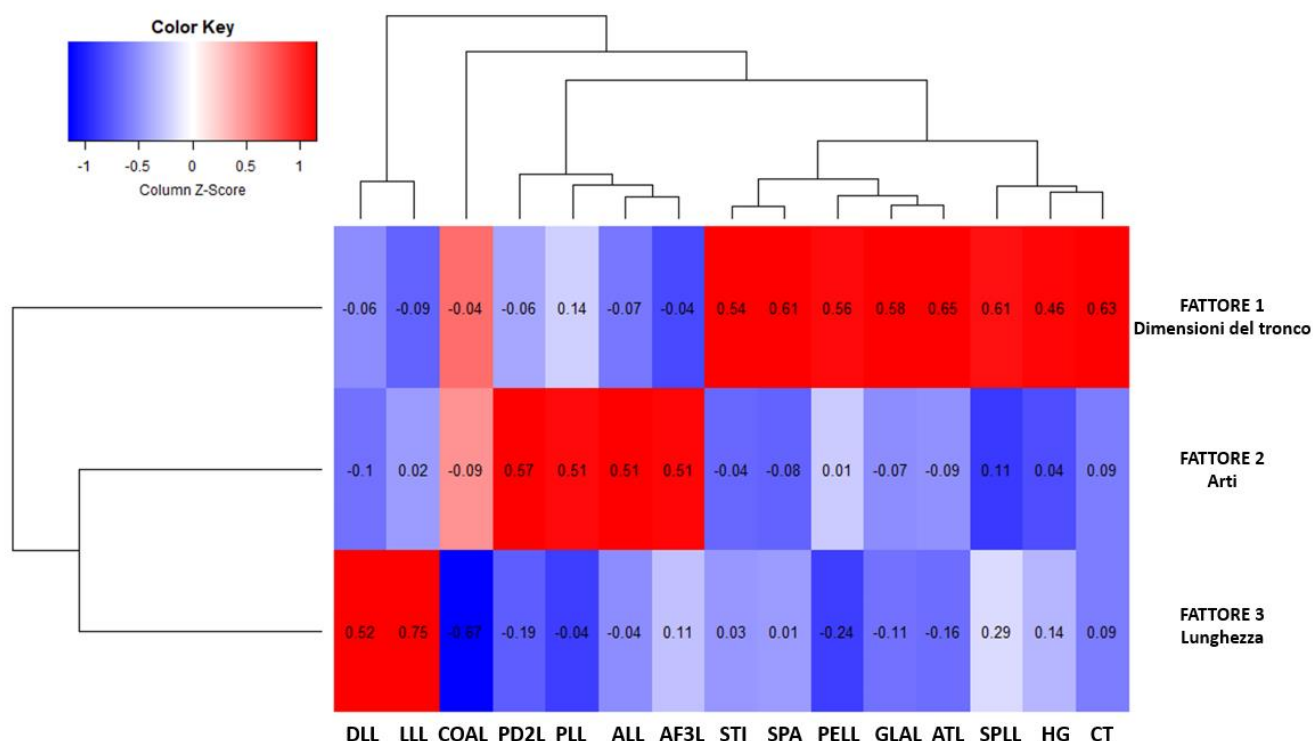


Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

Le medie dei caratteri di equilibrio proporzionale del corpo variano da un minimo di $7,35 \pm 0,08$ in GIL a un massimo di $9,15 \pm 0,08$ nel HGL e le classi variano da 7 a 9. Le caratteristiche delle performance sportive vanno da $7,98 \pm 0,07$ nella COL e $9,71 \pm 0,07$ nella SPLL e la moda varia tra 8 e 10. I caratteri di correttezza degli arti vanno da $7,32 \pm 0,06$ nell'PD1L a $8,19 \pm 0,07$ in AF2L e la moda è uguale a 8 per tutti i caratteri; per il BCS la media è $3,35 \pm 0,03$. I coefficienti di variazione sono più elevati rispetto alle misure biometriche e sono compresi tra l'8,59% (AF3L) e il 28,95% (GIL).

L'analisi fattoriale (Figura 1) ha individuato 3 fattori. Il primo associato ai caratteri di dimensione (**dimensione del tronco**) correlato sia con le valutazioni lineari (PELL, SPLL, ATL, GLAL) che con le misure biometriche (HG, CT, STI, SPA); i coefficienti variavano tra 0,46 (HG) e 0,65 (ATL). Il secondo fattore era associato ai caratteri di correttezza degli arti (**arti**) AF3L, ALL, BD2L, PLL. Il terzo fattore rappresentava la lunghezza dell'animale (**lunghezza**); è necessario evidenziare il coefficiente di correlazione negativa del COAL (-0,67), mentre per gli altri due caratteri (DLL e LLL), i coefficienti erano rispettivamente 0,52 e 0,75. Il risultato del test KMO è risultato pari a 0,66 e la varianza spiegata dal modello è stata pari al 21%.

Figura 1 – Risultati dell'analisi fattoriale



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

I coefficienti di ereditabilità e le correlazioni genetiche sono riportati in Tabella 6. L' h^2 è alta nei fattori 1 e 3 (0,51 e 0,41), ma, come atteso, bassa o quasi nulla nel fattore 2 (0,05) delineando i noti problemi nella selezione dei caratteri non quantitativi legati alla correttezza degli arti. Le correlazioni genetiche tra i tre fattori sono tutte positive e medio-alte.

Tabella 6. Ereditabilità \pm errore standard dei tre fattori delle due analisi fattoriali nella diagonale (la prima in alto, la seconda in basso), correlazioni genetiche della prima analisi fattoriale sulla diagonale e della seconda sotto di essa.

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3
Fattore 1	-	0,31	0,26
	0,51\pm0,03	0,55	0,57
Fattore 2	-	0,05\pm0,04	0,57
	-		0,99
Fattore 3	-		0,41\pm0,01

Le correlazioni di Spearman stimate tra il nuovo indice EBV (Tabella 7) e le misure biometriche variavano tra 0,41 (EBV-HG) e 0,20 (EBV-CT). La correlazione tra l'EBV e la valutazione morfologica (MS) è bassa (0,12) e non significativa.

Tabella 7 - Correlazioni di Spearman tra indici BLUP-AM-MT stimati e punteggi morfologici.

INDICI BLUP-AM-MT e MS	EBV	HG	CT	SPA	STI
HG	0,41***	-	-	-	-
CT	0,20***	0,78***	-	-	-
SPA	0,40***	0,85***	0,82***	-	-
STI	0,32***	0,65***	0,70***	0,61***	-
MS	0,12 ns	0,10**	0,16**	0,10*	0,06 ns

*P< 0,05, **P< 0,01 e ***P< 0,001, ns=non significativo

I risultati sopra riportati rivelano che le classi estreme del punteggio lineare sono state raramente utilizzate dai giudici. In questo sistema di punteggio, la presenza di classi vuote non influisce sui risultati, perché i giudici scartano spontaneamente i cavalli che rientrerebbero nelle classi estreme. Inoltre, potrebbe essere consigliata un'eventuale riduzione del numero di classi da 15 a 13, ma questa decisione rientra nelle competenze del Comitato Tecnico dell'ANAM.

Un aspetto importante del miglioramento del metodo di valutazione lineare del Maremmano è quello di apportare nuove informazioni e la formazione annuale dei giudici, che dovrebbe portare a una migliore applicazione della scala del punteggio della lineare. Inoltre, nella fase di addestramento dei giudici, sarebbe utile far valutare più volte ogni cavallo dallo stesso giudice in modo da testare la ripetibilità e la riproducibilità dei giudizi.

Come riportato da Sánchez-Guerrero et al. (2017), indipendentemente dall'attitudine del cavallo, la valutazione oggettiva della sua conformazione e del suo rapporto con le altre prestazioni sportive è di grande importanza. Rooney et al. (1998) hanno riferito che stinchi più corti sono desiderabili per qualsiasi cavallo destinato ad alte prestazioni, in quanto ciò riduce il peso nella parte inferiore della gamba, in modo che sia necessario un minore sforzo muscolare per muovere gli arti, massimizzando così la capacità di salto, mentre una zampa anteriore lunga è la migliore per la velocità, il salto e le lunghe distanze. Nel caso del purosangue, la misura



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

della HG riportata da Mawdsley et al. (1996) variava da 155,30 a 166,20 cm, mentre in Senna et al. (2015), la SPA della stessa razza era di 69,00 cm. In questo studio, i risultati della Tabella 5 mostrano che le medie di questi due caratteri nel Maremmano sono molto simili indicando una buona attitudine sportiva dello stesso, inoltre, in termini di misure biometriche, il campione studiato è piuttosto omogeneo. Le deviazioni standard sono contenute e i coefficienti di variazione molto bassi e compresi tra il 2,7% (HA) e il 7,8% (SPA).

Le medie di questi caratteri rivelano che, in questa razza, il dimorfismo sessuale non è forte. In termini di caratteri lineari, la popolazione mostra una buona variabilità; infatti, i valori del CV sono molto simili a quelli riportati da Perdomo-González et al. (2022) per 46 caratteri morfologici lineari valutati su 333 cavalli di razza Menorquina. Gli autori hanno confermato che il coefficiente di variazione (CV) può essere considerato la misura più importante della variabilità, e generalmente si assume che maggiore è la variazione fenotipica dei caratteri, maggiore sarà la variabilità genetica, che è quella che garantisce una buona risposta selettiva nella popolazione oggetto di miglioramento genetico.

Cervantes et al. (2009) hanno studiato 37 caratteri morfologici utilizzando un approccio di analisi multivariata su 171 cavalli arabo-spagnoli di età compresa tra 3 e 14 anni. Il primo fattore dell'analisi delle componenti principali spiegava il 21,36% della varianza totale e raggruppava i caratteri dell'altezza, che rappresentano la taglia del cavallo, e sono molto simili al primo fattore della nostra analisi chiamato dimensione. Il secondo fattore comprendeva le variabili toraciche (8,52% della varianza totale), mentre le misure degli angoli correlate ai caratteri di funzionalità sono rappresentate dal secondo e dal terzo fattore (6,15% della varianza totale).

Nel Maremmano l'allineamento del collo (COAL) è stato assegnato al terzo fattore (lunghezza), ma il valore della sua correlazione è risultato negativo, mentre è risultato positivamente correlato con la lunghezza della schiena e dei lombi. Questo risultato è molto importante, perché indica che se le due lunghezze aumentano, l'allineamento del collo si discosterà dal punteggio ottimale riportato nella scheda di valutazione lineare. In questo contesto, un altro elemento importante è la valutazione appropriata di ogni carattere della scheda lineare. Infatti, non è facile valutare oggettivamente alcuni caratteri nonostante i valutatori seguano percorsi di formazione idonei. Per quanto riguarda i parametri genetici, come precedentemente riportato, i coefficienti di ereditabilità per i fattori 1 e 3 erano rispettivamente 0,51 e 0,41, ma nel caso del fattore 2 era pari a 0,05. Il valore dell' h^2 del secondo fattore è simile ai valori di ereditabilità stimati da Sánchez-Guerrero et al. (2017) attraverso un'analisi multivariata, basata su 13 caratteri morfologico-lineari di cavalli Pura Raza Español. Questi valori variavano da 0,12 per la distanza ischio-ginocchio a 0,53 per il perimetro dello stinco. Le correlazioni genetiche tra i tre fattori riportati in Tabella 6 sono molto interessanti; infatti, come è noto, in un indice multiple-trait, i caratteri con un basso coefficiente di ereditabilità, come riportato da Solé et al. (2014), Sánchez-Guerrero et al. (2017) e da Perdomo-González et al. (2022) (in questo caso Fattore 2), beneficiano fortemente dell'elevata ereditabilità degli altri due fattori nella stima dell'EBV, ma soprattutto delle forti correlazioni genetiche con gli altri (Fattore 2 – Fattore 1: 0,55 / Fattore 2 – Fattore 3: 0,99).

Le ereditabilità stimate nel Maremmano rivelano che il miglioramento genetico è possibile, e questo studio ci permette di prevedere la possibilità di realizzare un buon progresso genetico attraverso un indice di selezione appropriato.

I coefficienti di correlazione con gli indici biometrici tradizionali sono molto bassi e negativi, oscillando tra 0,06 (MS-STI) e 0,10 (MS-HG), inoltre, la correlazione tra EBV e MS è molto bassa (-0,02) e non significativa. Tuttavia, le buone correlazioni di Spearman tra le variabili misurabili (HG, CT, STI, SPA) potrebbero essere utili per aiutare a ridurre il numero di caratteri



Centro di Ricerca sul Cavallo Sportivo

da misurare. Ad esempio, la correlazione tra HG e SPA è positiva e alta (0,85), e una tale situazione potrebbe portare alla decisione di selezionare solo il carattere più facile da misurare (ad esempio HG), rendendo il lavoro degli esperti più facile. Pertanto, le correlazioni tra i caratteri lineari devono essere stimate prima di includere i caratteri morfo-funzionali nel programma di selezione di una razza.

Va infine sottolineato che molti tentativi sono stati fatti per semplificare la raccolta dei caratteri misurabili. Gaudioso et al. (2014) hanno studiato un fotozometro che permette di ottenere misurazioni utilizzando l'analisi di immagini 3D, concentrandosi sulle razze bovine Bruna Alpina e Frisona. Pallottino et al. (2015) hanno testato un sistema di stereovisione sul cavallo Lipizzano e, nel 2020, Pérez-Ruiz et al. hanno effettuato dei test utilizzando un modello digitale tridimensionale LiDAR sul cavallo Pura Raza Española. In futuro, queste tecniche avanzate potrebbero offrire la possibilità di raccogliere maggiori informazioni, necessarie per calcolare l'EBV in modo più accurato ed evitare l'eccessivo tempo e lavoro degli esperti coinvolti in questa attività. Fino ad allora, l'utilizzo del punteggio lineare e dei caratteri misurabili semplificati attraverso l'approccio fattoriale può offrire un metodo alternativo che può essere utilizzato per migliorare l'efficienza della selezione del cavallo Maremmano. I risultati del presente studio dovrebbero, inoltre, essere utili al fine di incoraggiare gli allevatori ad utilizzare un unico indice genetico che tenga conto dei caratteri (fattori) derivati da tutte le variabili (lineari e misurabili) utilizzate nella valutazione morfologica di questa razza.

Perugia, 07 dicembre 2023



Il Direttore

Prof. Maurizio Silvestrelli



Bibliografia

- Cervantes, I.; Baumung, R.; Molina, A.; Druml, T.; Gutiérrez, J.P.; Sölkner, J.; Valera, M. Size and Shape Analysis of Morphofunctional Traits in the Spanish Arab Horse. *Livest. Sci.* 2009, 125, 43–49, doi:10.1016/j.livsci.2009.03.006.
- Gaudioso, V.; Sanz-Ablanedo, E.; Lomillos, J.M.; Alonso, M.E.; Javares-Morillo, L.; Rodríguez, P. “Photozo-ometer”: A New Photogrammetric System for Obtaining Morphometric Measurements of Elusive Animals. *Livest. Sci.* 2014, 165, 147–156, doi:10.1016/j.livsci.2014.03.028.
- Mawdsley, A.; Kelly, E.P.; Smith, H. *Linear Assessment of the Thoroughbred Horse: An Approach to Conformation Evaluation.* 7.
- Pallottino, F.; Steri, R.; Menesatti, P.; Antonucci, F.; Costa, C.; Figorilli, S.; Catillo, G. Comparison between Manual and Stereovision Body Traits Measurements of Lipizzan Horses. *Comput. Electron. Agric.* 2015, 118, 408–413, doi:10.1016/j.compag.2015.09.019.
- Perdomo-González, D.I.; García de Paredes, R. de las A.; Valera, M.; Bartolomé, E.; Gómez, M.D. Morpho-Functional Traits in Pura Raza Menorquina Horses: Genetic Parameters and Relationship with Coat Color Variables. *Animals* 2022, 12, 2319, doi:10.3390/ani12182319.
- Pérez-Ruiz, M.; Tarrat-Martín, D.; Sánchez-Guerrero, M.J.; Valera, M. Advances in Horse Morphometric Measurements Using LiDAR. *Comput. Electron. Agric.* 2020, 174, 105510, doi:10.1016/j.compag.2020.105510.
- Raudsepp, T.; Finno, C.J.; Bellone, R.R.; Petersen, J.L. Ten Years of the Horse Reference Genome: Insights into Equine Biology, Domestication and Population Dynamics in the Post-genome Era. *Anim. Genet.* 2019, 50, 569–597, doi:10.1111/age.12857.
- Rooney, J.R. *The Lamé Horse; Rev., updated&expanded.*; Russell Meerdink Co: Neenah, WI, USA, 1998; ISBN 978-0-929346-55-7.
- Sánchez-Guerrero, M.J.; Cervantes, I.; Molina, A.; Gutiérrez, J.P.; Valera, M. Designing an Early Selection Morphological Linear Traits Index for Dressage in the Pura Raza Español Horse. *Animal* 2017, 11, 948–957, doi:10.1017/S1751731116002214.
- Senna, N.A.; Mostafa, M.B.; Abu-Seida, A.M.; Elemmawy, Y.M. Evaluation of Limb Conformation in Jumping Thoroughbred Horses. *Asian J. Anim. Sci.* 2015, 9, 208–216, doi:10.3923/ajas.2015.208.216.
- Solé, M.; Cervantes, I.; Gutiérrez, J.P.; Gómez, M.D.; Valera, M. Estimation of Genetic Parameters for Morphological and Functional Traits in a Menorca Horse Population. *Span. J. Agric. Res.* 2014, 12, 125, doi:10.5424/sjar/2014121-4686.