Effetto e selezione per la tolleranza allo stress da caldo

I dati sono stati raccolti su animali nati tra il 1991 e il 2022 e allevati su tutto il territorio nazionale. Il carattere analizzato è stato il peso allo svezzamento, misurato tra i 170 e i 250 giorni di età per ciascun animale. Durante la fase di data editing sono stati esclusi i gruppi contemporanei con meno di cinque individui, definiti tramite la concatenazione delle variabili allevamento e anno di nascita. Sono stati inoltre rimossi i valori fenotipici fuori dall'intervallo della media ±3,5 deviazioni standard. Dopo la fase di editing, il database finale includeva 100.058 record di peso allo svezzamento. Per le analisi successive, l'età degli animali è stata suddivisa in due classi utilizzando la mediana (205 giorni di età). L'età della madre al parto è stata invece suddivisa in cinque classi, utilizzando i primi quattro quintili come discriminanti, per ottenere un numero equilibrato di osservazioni in ciascuna classe. Includere gli effetti fissi delle classi di età nel modello aiuta a controllare la variazione del peso legata all'età. Infine, sono stati considerati solo gli animali con genitori noti (padri e madri).

Attraverso il monitoraggio costante e l'acquisizione di dati provenienti dalle 50 centraline meteo installate durante il progetto I-BEEF (2017-2020), sono state raccolte informazioni su temperatura e umidità, utilizzate successivamente nel modello di valutazione genomica per stimare l'effetto dello stress da caldo. Tuttavia, poiché i dati delle centraline non sono sempre risultati disponibili per tutti i periodi, sono stati integrati con dati meteorologici scaricati dal National Aeronautics and Space Administration (NASA/POWER, https://power.larc.nasa.gov), che fornisce parametri climatici basati su osservazioni satellitari. I dati climatici medi sono stati calcolati su un intervallo di 30 giorni prima della registrazione del peso allo svezzamento, selezionato per cogliere il periodo di significativo aumento di peso e valutare l'impatto dello stress da caldo sulla crescita. Questo intervallo è stato scelto per rilevare il possibile accumulo di stress ambientale nei bovini.

L'ambiente è stato classificato in cinque categorie, rappresentative delle diverse condizioni ambientali. Raggruppando gli animali secondo queste classi, è stato possibile valutare l'impatto dei diversi livelli di stress ambientale sulla crescita. Le cinque classi ambientali sono state create utilizzando i primi quattro quintili come discriminanti, ottenendo un numero bilanciato di osservazioni per ciascuna classe.

È stato utilizzato un modello multi-carattere per stimare le componenti di varianza e l'ereditabilità del peso allo svezzamento in ciascuno dei cinque ambienti. Sfruttando la covarianza tra ambienti, questo modello permette di generare valori genetici per ogni individuo

nelle diverse condizioni ambientali, trattando il peso allo svezzamento come un carattere distinto in ciascun ambiente. Pertanto, il valore genetico di un animale riflette l'interazione con l'ambiente, evidenziando come il background genetico influenzi la crescita in condizioni ambientali differenti. Per ottenere stime affidabili, le condizioni ambientali sono state trattate come variabili categoriche, permettendo al modello di fornire stime dei valori genetici specifiche per ciascun ambiente. È stata analizzata soltanto la razza Limousine in quanto la razza Charolais presentava pochi dati rendendo difficile e meno affidabile questa analisi.
La Tabella 1 riporta la distribuzione del numero di animali registrati per il peso allo svezzamento in Italia, suddivisa nei cinque ambienti che rappresentano le diverse variazioni climatiche e geografiche presenti sul territorio.

Tabella 1. Distribuzione del numero di bovini per il peso allo svezzamento in Italia, suddivisa in cinque diversi ambienti.

Fenotipo	Parametro ambientale	Intervallo (°C)	Ambienti	N
Peso allo svezzamento (kg)	Classe Temperatura	-11.31 / 7.41	Ambiente 1	19999
	Classe Temperatura	7.41 / 12.35	Ambiente 2	20024
	Classe Temperatura	12.35 / 17.45	Ambiente 3	20021
	Classe Temperatura	17.45 / 22.72	Ambiente 4	20002
	Classe Temperatura	22.72 / 35.66	Ambiente 5	20012

Le stime di ereditabilità, l'effetto azienda anno e l' effetto genetico additivo sono riportate nella tabella 2.

Tabella 2. Effetto azienda-anno, ereditabilità e varianza genetica additiva per i bovini di razza Limousine, ottenuti utilizzando un modello a caratteri multipli suddiviso in cinque diversi ambienti.

Fenotipo	Ambienti	Effetto dell'azienda	Ereditabilità	Effetto genetico additivo
Peso allo svezzamento (kg)	Ambiente 1	0.48 (0.46; 0.50)	0.15 (0.13; 0.17)	249.14 (217.90; 282.50)
	Ambiente 2	0.52 (0.50; 0.54)	0.15 (0.13; 0.18)	261.44 (226.70; 300.40)
	Ambiente 3	0.53 (0.51; 0.55)	0.13 (0.10; 0.15)	220.21 (185.10; 259.10)
	Ambiente 4	0.54 (0.52; 0.56)	0.12 (0.10; 0.14)	201.80 (172.10; 237.70)
	Ambiente 5	0.54 (0.52; 0.56)	0.14 (0.11; 0.16)	228.10 (190.20; 258.10)

* Le stime sono rappresentate dalla media a posteriori, l'errore di stima è rappresentato dall'intervallo di confidenza al 95%.

Di fronte all'aumento delle temperature globali e alla variabilità climatica, comprendere i fattori genetici e ambientali che influenzano le performance degli animali è essenziale per migliorare la sostenibilità dei sistemi di produzione zootecnica. Lo sviluppo di questa azione ha valutato l'effetto dello stress da caldo sul peso allo svezzamento, identificando la base genetica della tolleranza alle condizioni ambientali. I nostri risultati mostrano una variazione significativa nella crescita tra diversi ambienti, evidenziando l'importanza di selezionare animali in grado di adattarsi alle condizioni climatiche. Questi risultati possono orientare i programmi di selezione per migliorare la resilienza, la produttività e il benessere del bestiame, sostenendo una produzione sostenibile nel contesto del cambiamento climatico.