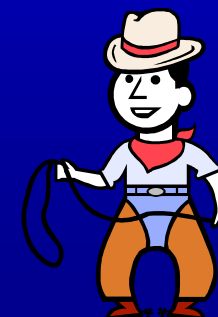
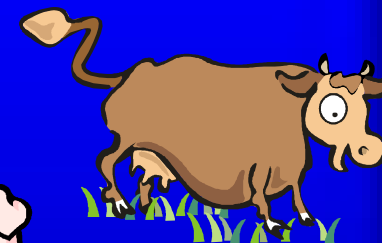


La selezione in Italia è strutturata su 2 livelli:

- 1 - ASSOCIAZIONI DI RAZZA O SPECIE:
 - es.: ANAFI razza bovina Frisona italiana
 - ANARB razza bovina Bruna italiana
 - ANABIC bovini italiani da carne
 - ANAPRI razza bovina Pezzata Rossa Italiana
 - ANABoRaPi razza bovina Piemontese
 - ANAS specie suina
 - ASSONAPA specie ovina e caprina
- 2 - ORGANIZZAZIONE DEGLI ALLEVATORI:
 - AIA Ass. Italiana Allevatori
 - ARA Ass. Regionale Allevatori
 - Sedi locali (provinciali) delle ARA



Le funzioni sono le seguenti:

1	2
Tenuta del Libro Genealogico (per alcune razze meno consistenti esiste solo un Registro anagrafico)	Esecuzione dei controlli funzionali (metodiche unificate a livello nazionale)
Elaborazione centralizzata dei dati	
Definizione delle norme tecniche di ammissione al LG	
Esecuzione delle valutazioni morfologiche (ispettori di razza)	
Esecuzione delle valutazioni genetiche (centri genetici)	
Definizioni degli obiettivi della selezione (Commissione tecnica centrale)	

Fra i due livelli esiste uno scambio continuo di dati (morfologici, produttivi, genetici)

Libro genealogico

Come specificato dalla Legge 15 gennaio 1991, n. 30:
Per libro genealogico si intende il **libro tenuto da una associazione nazionale di allevatori** dotata di personalità, giuridica o da un ente di diritto pubblico, in cui sono **iscritti gli animali riproduttori** di una determinata razza con l'indicazione dei loro ascendenti e per i quali sono stati effettuati controlli delle attitudini produttive.

I LIBRI GENEALOGICI

- LIBRI APERTI

Accettano al loro interno anche soggetti di ignota genealogia purchè presentino i caratteri tipici e distintivi della razza.

- LIBRI CHIUSI

REGISTRO GIOVANI
REGISTRO ANAGRAFICO
REGISTRO AVANZATO

- I libri **chiusi escludono** dall'iscrizione soggetti che **non abbiano** almeno un certo numero di generazioni di **ascendenti registrato**.

Chi possiede un animale iscritto a LG può ottenere dall'associazione autorizzata alla tenuta del LG, un **certificato genealogico**, dove oltre al nome, matricola, data di nascita, nome del proprietario e altre informazioni viene riportata la tabella genealogica del soggetto in questione.

In questa tabella sono riportati i 2 genitori del soggetto, di questi, a loro volta i genitori e via dicendo fino ad numero definito di generazioni

- Il Libro genealogico è, pertanto, lo strumento primario dell'attività di selezione delle diverse specie e razze di interesse zootecnico. Esso mira innanzitutto alla conservazione di popolazioni animali geneticamente distinte definendone sul piano tecnico i criteri di miglioramento genetico e, nel contempo, promuovendone la valorizzazione economica.
- L'organizzazione del Libro genealogico è stabilita da un apposito Disciplinare, approvato dal Ministero per le Politiche Agricole.
- Al Disciplinare base possono affiancarsi ulteriori documenti normativi per la regolamentazione di particolari attività, comunque previste dal Disciplinare stesso, del quale fanno parte integrante. Esempio tipico sono le Norme tecniche di selezione nelle quali viene stabilito lo standard morfologico di razza e gli obiettivi da perseguire nell'attività di selezione.

- Per le razze e popolazioni a limitata diffusione vengono quindi predisposti dei "Libri genealogici semplificati": i **Registri** **Anagrafici**.
- La legge n. 30/91 stabilisce che: «Per registro anagrafico si intende il registro tenuto da una associazione nazionale di allevatori dotata di personalità giuridica o da un ente di diritto pubblico, in cui sono annotati gli animali riproduttori di una determinata razza con l'indicazione dei loro ascendenti.
-
- Loro scopo non è tanto quello di operare una selezione su tali popolazioni, spesso in pericolo di estinzione, quanto piuttosto quello di **conservare patrimoni genetici di grande valenza storico-culturale anche valorizzandone le qualità produttive ed incentivandone l'impiego in particolari condizioni ambientali.**

La valutazione e la scelta dei riproduttori

- Valutazione fenotipica
- Valutazione funzionale
- Valutazione genotipica



Cosa è la valutazione genetica ?

- La valutazione genetica è quell'insieme di programmi e procedure che conduce alla stima del valore genetico (effetto del complesso poligenico) di un individuo in relazione a una data caratteristica
- Il risultato finale della valutazione genetica è un numero, positivo o negativo (ANAFI) ovvero superiore o inferiore a 100 (altre associazioni), che esprime il MERITO GENETICO DELL'INDIVIDUO rispetto al valore genetico medio degli individui della medesima popolazione (razza, linea, allevamento ecc.) che per convenzione può essere posta uguale a zero (ANAFI) o a 100 (altre associazioni).

VALUTAZIONE GENETICA DEGLI ANIMALI

Il genotipo (valore genetico) di un animale per un carattere quantitativo non è conoscibile.

L'unica cosa possibile è stimare il valore genetico di un animale per un carattere quantitativo sulla base del fenotipo dell'animale stesso e dei suoi parenti.

Il valore e l'affidabilità della stima del valore genetico di un individuo dipendono dall'accuratezza della stima.

L'accuratezza della stima dipende dal numero e dalla qualità delle informazioni fenotipiche e genealogiche disponibili e dalla correttezza dei metodi di valutazione utilizzati.

FASI DEL PROCESSO SELETTIVO (1)



1) **DEFINIZIONE DELL'OBIETTIVO DI SELEZIONE**, ossia del risultato da raggiungere e **DECISIONE DI QUALE/I VARIABILE/I DEBBA/NO ESSERE MISURATA/E**

2) **RACCOLTA DEI DATI FENOTIPICI** nella popolazione

VERIFICA DEL GRADO DI PARENTELA fra i soggetti della popolazione

3) **ELABORAZIONE DI UN INDICATORE DI MERITO GENETICO** DI OGNI ANIMALE (**indice di selezione**) in modo da individuare i soggetti realmente superiori sotto il profilo genetico (**VALUTAZIONE GENETICA**)



4) **USO DEGLI ANIMALI RICONOSCIUTI SUPERIORI** **COME RIPRODUTTORI**, secondo uno **SCHEMA SELETTIVO** che garantisca la massima velocità nel raggiungere gli obiettivi

FASI DEL PROCESSO SELETTIVO (2)

2) RACCOLTA DEI DATI FENOTIPICI nella popolazione:



Le **misurazioni** devono riguardare i **caratteri** definiti come **obiettivi della selezione**, tali da essere misurabili in modo oggettivo, facilmente, con costi contenuti e prima possibile.

L'effettuazione delle rilevazioni fenotipiche (controlli funzionali) è operata dalle sedi locali (provinciali) delle ARA, che le trasmettono agli allevatori e alle ANA, perché vengano utilizzate a scopi selettivi.

3) LA VERIFICA DEL GRADO DI PARENTELA ha lo scopo di utilizzare tutte le informazioni genetiche della popolazione, relative ad un individuo, sfruttando quelle dei suoi parenti.



FASI DEL PROCESSO SELETTIVO (3)

4) La Valutazione Genetica dei riproduttori porta ad una **STIMA del Valore Genetico (VG)**, tanto più accurata: quante più informazioni (fenotipi, parentele) vengono impiegate; quanto meglio tali informazioni **vengono depurate degli effetti ambientali noti a priori** (fenotipi aggiustati).

L'accuratezza dipende anche dalla metodologia statistica impiegata per il calcolo. Attualmente si usano stime ottenute come il metodo **BLUP Animal model (Best Linear Unbiased Prediction)** un modello in cui l'animale allevato viene valutato utilizzando in maniera perfettamente corretta tutte le informazioni fenotipiche e anagrafiche disponibili.

Rank (graduatoria)

Definisce, sull'attendibilità delle valutazioni di un riproduttore, la sua posizione in graduatoria percentuale rispetto a quella di tutti gli altri (del suo stesso sesso e razza)

Individuazione del Rank con numeri da 1 a 99

Più è alto il valore del rank più è alto il valore genetico del riproduttore

Carattere

Definizione:

Espressione esteriore
di uno o più geni.

CARATTERI QUALITATIVI E QUANTITATIVI (1)

■ QUALITATIVI

- Sono discontinui (ossia sono valutabili grazie a poche classi facilmente distinguibili fra loro). **Non** si pongono su scala lineare.
- non sono misurabili
- sono determinati dall'effetto di uno o pochi geni
- Mediamente hanno alta ereditabilità.

■ QUANTITATIVI

- Sono continui e quindi si pongono naturalmente su scala lineare
- Sono **misurabili**
- sono generalmente poligenici
- Mediamente hanno bassa ereditabilità.

CARATTERI QUALITATIVI E QUANTITATIVI (2)

- I caratteri qualitativi si valutano con l'assegnazione degli individui a **classi (o gruppi)**, ad esempio presenza o assenza di corna, tipo di pezzatura, colore del mantello, gruppo sanguigno ecc.
- I caratteri quantitativi sono misurabili (quantificabili) grazie ad **un'unità di misura**, ad esempio **kg, concentrazioni (%)**, **cm** ecc.

I CARATTERI MORFOLOGICI

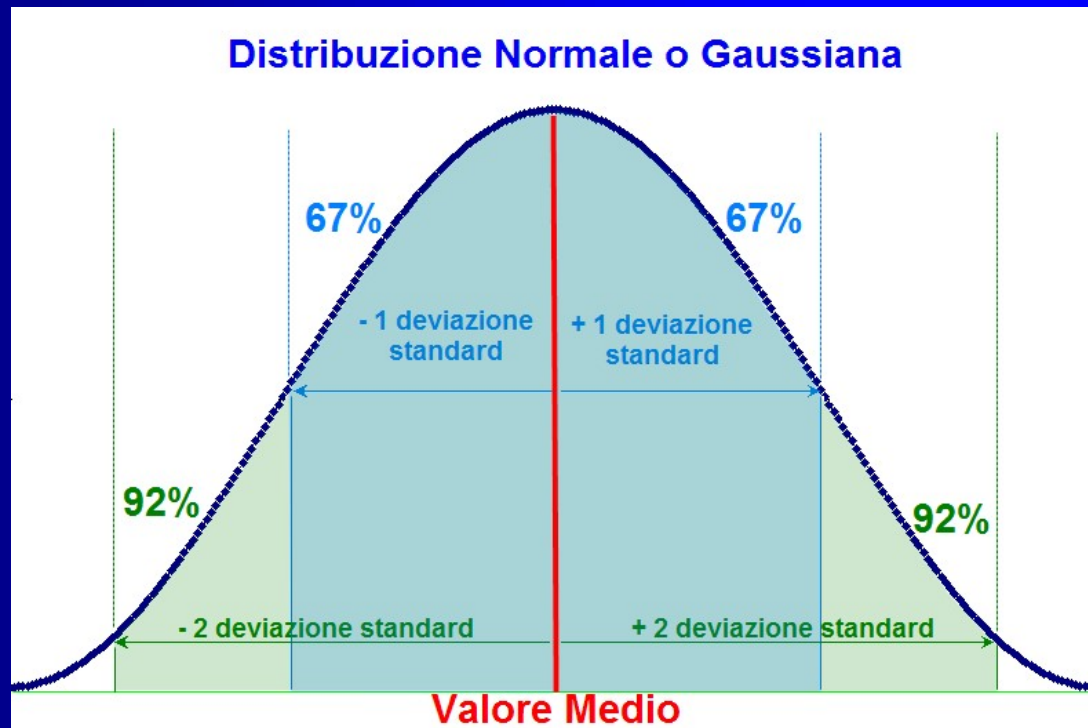
sono QUALITATIVI

Quindi per poterli elaborare occorre trasformarli

- da DISCONTINUI (in CLASSI)
- a CONTINUI su SCALA LINEARE

Distribuzione dei soggetti in funzione di un carattere quantitativo

La **distribuzione**, cioè il numero di casi (animali) per ciascun valore del carattere quantitativo considerato in una popolazione sufficientemente ampia è **normale o Gaussiana**



Come si vede il maggior numero di casi si trova in corrispondenza del valore medio.

I CARATTERI QUANTITATIVI

Ogni misura di ciascun carattere è determinata da una componente ambientale e da una genetica

L'obiettivo dei genetisti è di determinare

la porzione genetica

Assumendo il seguente modello genetico si ha:

$$P = \mu + G + E + \varepsilon$$

ove

P = fenotipo (phenotype)

G = genotipo (genotype)

E = ambiente (environment)

ε = Errore

IL FENOTIPO È IL RISULTATO DELL'EQUAZIONE DEL MODELLO

- la media " μ " rappresenta il valore medio della popolazione (della razza).
 - G ed E sono deviazioni (positive o negative) rispetto a μ (cioè alla media)
 - *l'effetto genetico (G) è dato dalla somma di tutti gli effetti dei geni che controllano il carattere (effetto gen. additivo, GA) e dagli effetti di dominanza e di interazione (effetto gen. non additivo, GNA)*
 - *l'effetto ambientale (E) è dato dalla somma degli effetti legati all'ambiente di allevamento (comuni ed individuali; temporanei e permanenti)*
- " ε " Rappresenta gli errori nella rilevazione del fenotipo

Influenza della GENETICA sull'espressione dei caratteri quantitativi

Il concetto di EREDITABILITÀ dei caratteri:

$$h^2 = V_G / V_P$$

L'ereditabilità varia teoricamente da 0 a 1.

Indica quanto i figli dei riproduttori con un determinato valore genetico 'x' relativo ad un carattere, conservano di quel carattere rispetto ai genitori. In altre parole misura la facilità con cui i genitori trasmettono ai figli un determinato fenotipo.

SCELTA DEL SISTEMA DI VALUTAZIONE GENETICA

La scelta di un metodo o di un altro è strettamente legata alla h^2 del/dei carattere/i da selezionare.

Se h^2 è alta (>0.5) il fenotipo rispecchia bene il genotipo).

Gli animali possono allora essere scelti in base al loro fenotipo (es. *performance test*)

La valutazione è migliore se viene fatta a parità di condizioni ambientali.

Si dice generalmente che i caratteri quantitativi hanno:

Bassa ereditabilità quando h^2 è da 0,05 a 0,10

Media ereditabilità quando h^2 è da 0,20 a 0,30

Alta ereditabilità quando h^2 è da 0,40 a 0,70

Solitamente i caratteri che descrivono la morfologia degli animali hanno elevata ereditabilità.

Le misure somatiche e dello sviluppo muscolare o anche l'incremento ponderale (caratteri legati alla produzione della carne) rientrano spesso in questo gruppo e giustificano la scelta dei riproduttori in base alle loro performance (prestazioni produttive misurate a parità di condizioni ambientali).

Se h^2 è intermedia (0.2 - 0.5) o bassa (<0.2) il genotipo è mascherato parzialmente o quasi completamente dall'ambiente.

Per operare una valutazione genetica corretta è necessario campionare i geni del riproduttore, nella popolazione dei discendenti (*progeny test*), misurando il fenotipo di soggetti portatori di un campione casuale degli stessi (componente additiva).

Es. il *progeny test* deve evidenziare l'influenza del vero valore genetico del padre isolandolo dagli altri effetti.

Il fenomeno biologico della diversa ereditabilità dei caratteri quantitativi viene esattamente spiegato dal rapporto fra variabilità genetica e variabilità fenotipica.

Quando questo rapporto assumerà valori bassi, la maggior parte della **variabilità fenotipica** sarà **dovuta alla variabilità ambientale** e la **selezione sarà lenta e difficoltosa**.

Se invece h^2 è elevato la variabilità fenotipica sarà quasi tutta spiegata da variabilità genetica, avendo quella ambientale scarsa importanza.

La scelta di un fenotipo superiore equivarrà alla scelta di un genotipo superiore e tutta la progenie rispecchierà le caratteristiche del genitore.

RIPARTIZIONE DEI PRINCIPALI CARATTERI PRODUTTIVI IN BASE ALLA CLASSE DI EREDITABILITA'

SPECIE	COEFFICIENTE DI EREDITABILITA'		
	<0.1 (basso)	0.1-0.4 (medio)	>0.4 (alto)
BOVINI	fertilità interparto longevità resistenza alle mastiti difficoltà di parto	quantità di latte, mungibilità morfologia accrescimento indice conversione	% grasso e proteine del latte statura resa al macello composizione della carcassa
SUINI	fertilità interparto prolificità numero di suinetti svezzati	precocità attitudine lattifera accrescimento indice di conversione	resa al macello lunghezza carcassa spessore del lardo
OVI-CAPRINI	fertilità interparto longevità durata lattazione	prolificità peso degli agnelli allo svezzamento produzione di lana	percentuale di grasso e proteine del latte resa al macello qualità della lana
EQUINI	fertilità interparto longevità	docilità prestazioni sportive	accrescimento indice di conversione resa al macello

Variabilità fenotipica

effetti dell'insieme di tutti i geni (complesso poligenico) relativi al carattere in questione (variabilità genetica)

+

effetti dei fattori ambientali che condizionano la manifestazione fenotipica del carattere quantitativo (variabilità ambientale o paratipica)

+

eventuale interazione tra il patrimonio ereditario e l'ambiente di allevamento (covarianza genotipo-ambiente).

La variabilità di una popolazione avente distribuzione normale può essere misurata dalla:

DEVIANZA

VARIANZA

DEVIAZIONE STANDARD

Classi fenotipiche di caratteri quantitativi e distribuzione dei fenotipi

- I fenotipi dei caratteri quantitativi sono a variazione continua.
- Il numero delle classi fenotipiche è perciò infinito nell'ambito della variabilità genetica per quel dato fenotipo: esse si distribuiscono quindi secondo una curva

DISTRIBUZIONE NORMALE O GAUSSIANA

- la frequenza degli individui nell'ambito delle classi fenotipiche vede concentrarsi il numero più elevato di individui intorno al valore medio di quel fenotipo per quella popolazione

- man mano che ci si allontana dalla media, in un senso o nell'altro , si va riducendo il numero di individui, tanto che il 99,7% della popolazione si trova compreso in ± 3 deviazioni standard dalla media

Per la maggior parte dei caratteri qualitativi, la manifestazione del carattere stesso (fenotipo) dipende soprattutto dal patrimonio genetico (genotipo) dell'individuo (alta h^2).

Per i caratteri quantitativi, il fenotipo dipende, oltre che dal genotipo, anche da numerosi fattori ambientali (paratipo) che influenzano in misura molto variabile il fenotipo (h^2 più bassa).

INDICI GENETICI per ogni singolo CARATTERE (EBV)

- Sono stime!
- Si riferiscono sempre a carattere quantitativi
- Sono necessari per calcolarli archivi di dati produttivi ed anagrafici
- Il risultato è la stima dell'effetto Additivo (A) di ogni animale detto anche valore riproduttivo (BV)
- Si ottengono così gli EBV (*Estimated Breeding Value*)

INDICI GENETICI COMPLESSIVI per i RIPRODUTTORI = INDICI DI SELEZIONE

- 🧠 Gli EBV, secondo l'importanza definita dagli obiettivi di selezione, concorrono a dare una valutazione complessiva all'animale = **INDICE DI SELEZIONE**.
- 🧠 In base al punteggio dell' **INDICE DI SELEZIONE** si stila una classifica fra tutti i riproduttori.
- 🧠 In caso di diversi **INDICI DI SELEZIONE** si avranno altrettante classifiche.

INDICI DI SELEZIONE

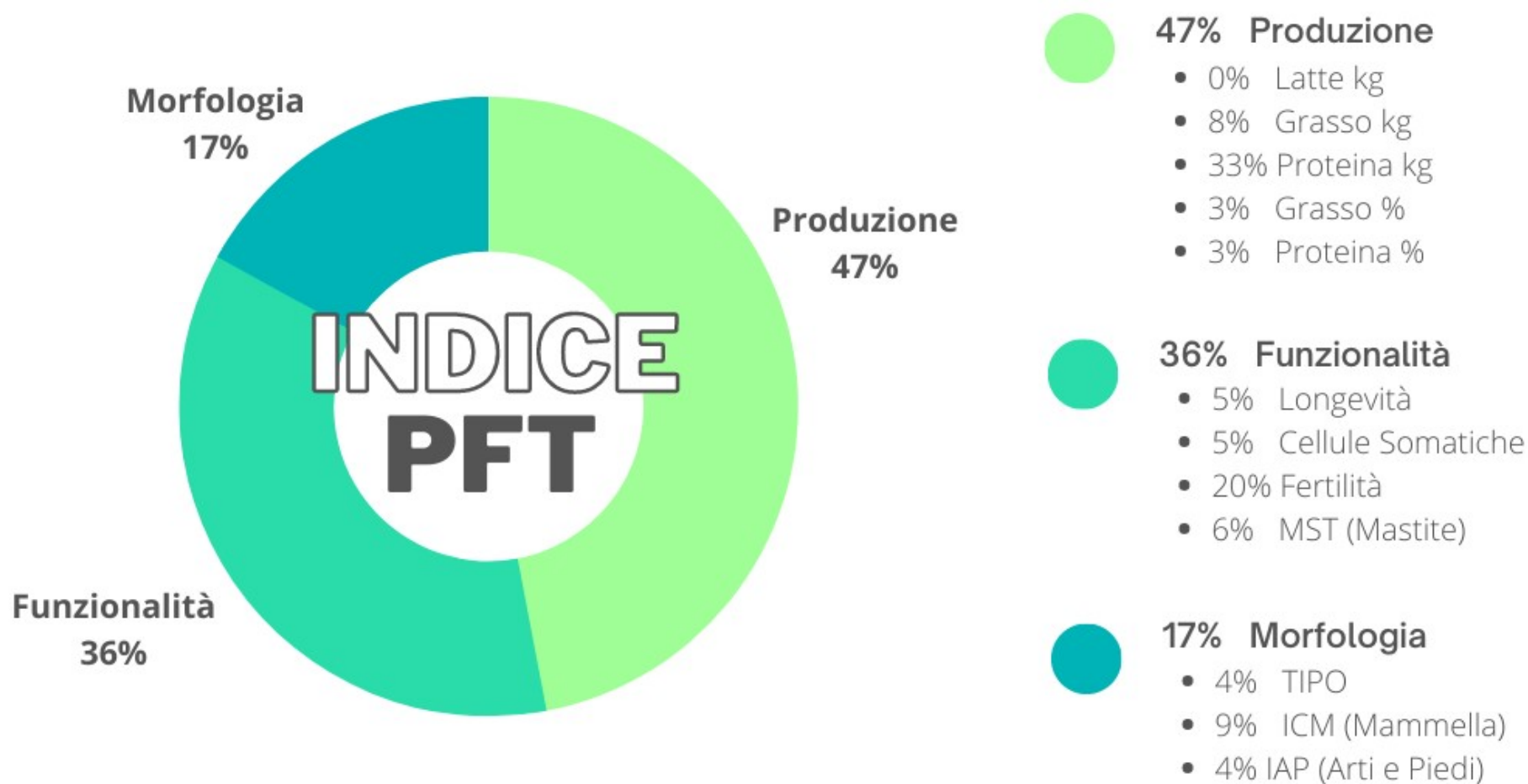
esempi

PFT (PRODUTTIVITÀ, FUNZIONALITÀ, TIPO)
FRISONA

ITE (Indice Totale Economico) **BRUNA**

IDAS (Indice Duplice Attitudine
Sostenibile) **PEZZATA ROSSA**

L'ultimo aggiornamento del **PFT** risale a dicembre 2019.



ITE (Indice Totale Economico).

L'ANARB ha definito l'INDICE DI SELZIONE della

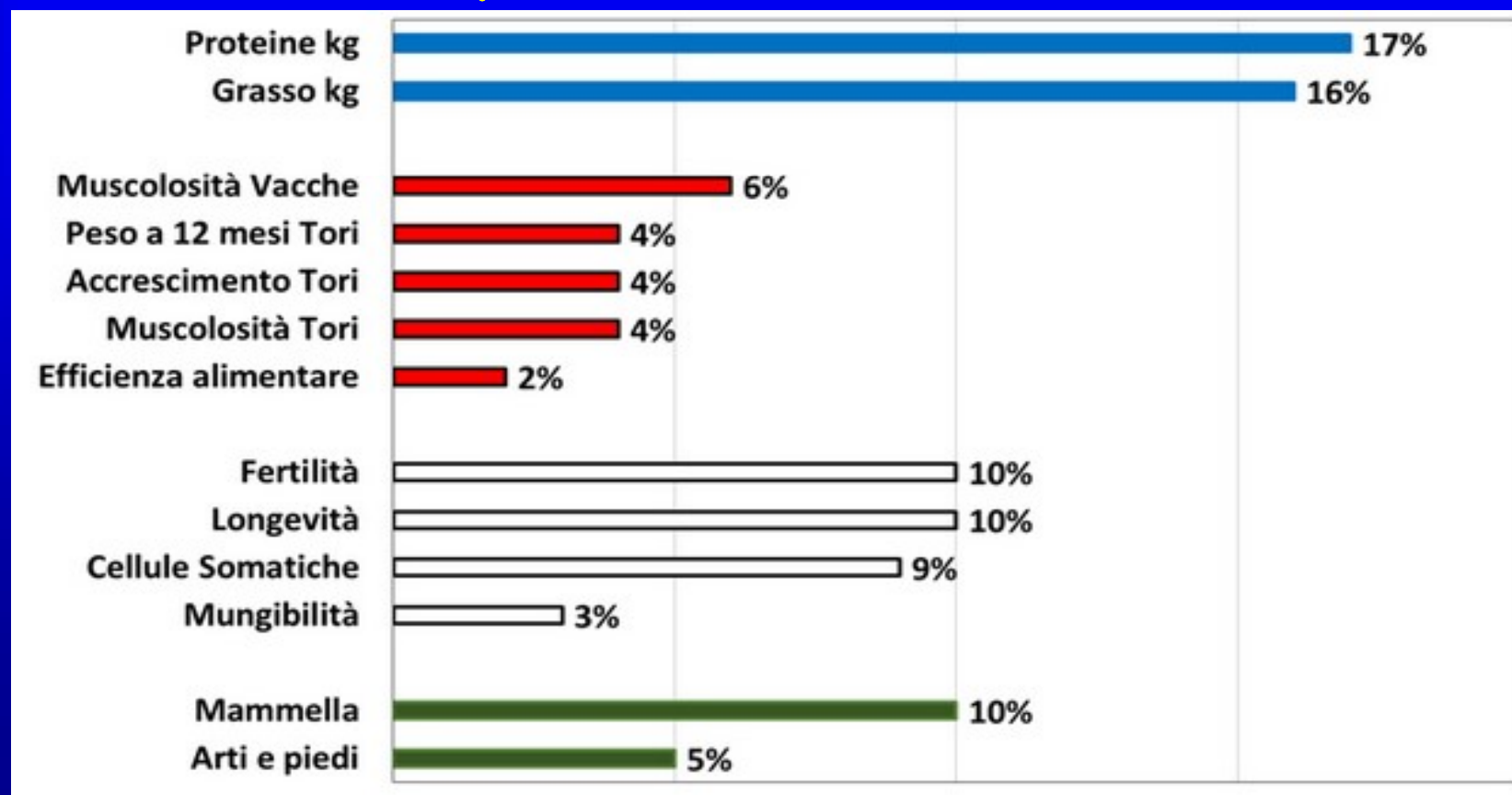
Razza Bruna: **ITE** (Indice Totale Economico)

Peso Statistico (importanza %)	Proteina Kg	Proteina %	Grasso Kg	Grasso %	Punt. Fin.	Arti e piedi	Longevità	Veloc. Mung	Cell. Som.	Interparto
	35 (35%)	8 (8%)	10 (10%)	2 (2%)	10 (10%)	5 (5%)	10 (10%)	10 (10%)	5 (5%)	5 (5%)
	PRODUZIONE 55%				MORFOLOGIA 15%		FUNZIONALITA' 30%			

Se il toro ha K.caseina BB l'indice kg di proteina viene aumentato del 5%
Se il toro ha K.caseina AB l'indice kg di proteina viene aumentato del 2.5%

IDAS (Indice Duplice Attitudine Sostenibile).

L'ANAPRI ha definito l'INDICE DI SELZIONE della
Razza Pezzata Rossa:
IDAS (Indice Duplice Attitudine Sostenibile).



IGV (indice genetico vacca)

La produzione e le peculiari caratteristiche del latte di una vacca sono determinate

- dal livello di management nell'allevamento
- dalla capacità produttiva della vacca stessa



IGT (INDICE GENETICO TORO)

- Stima di quanto lo stesso può trasmettere alla discendenza al 50%
- IGT PRODUZIONE
- IGT MORFOLOGIA

Progresso genetico

Per valutare l'effetto di un piano di selezione, si calcola il **PROGRESSO GENETICO**, cioè la variazione del valore genetico medio della popolazione col passare delle generazioni

$$\Delta G = r_{gg} * i * \sigma_{GA}$$

o nell'unità di tempo:

$$\Delta g = \Delta G / N$$

Ove:

r_{gg} = accuratezza

i = intensità di selezione

σ_{GA} = deviazione standard genetica additiva

N = intervallo di generazione

Il **Progresso Genetico** di una popolazione animale sottoposta a selezione per un carattere quantitativo (come ad esempio la produzione di latte) è funzione di 4 fattori:

Accuratezza

**INTESITÀ DI
SELEZIONE**

Variabilità genetica

$(r * i * \sigma_g)$

$\Delta G =$

N

INTERVALLO GENERAZIONALE

ACCURATEZZA

Rappresenta la CORRELAZIONE fra GENOTIPO REALE e GENOTIPO STIMATO e quindi il grado di AFFIDABILITA' di un indice

Assume valori da 0 a 1

Dipende da: numero e qualità delle informazioni fenotipiche (controlli funzionali, misurazioni, valutazioni morfologiche, ecc.) e genealogiche (rapporti di parentela) correzione dei fenotipi per gli effetti ambientali metodo di calcolo degli indici di merito genetico

INTENSITÀ DI SELEZIONE

L'intensità di selezione è proporzionale alla **NUMEROSITÀ** della popolazione all'interno della quale posso scegliere i miei riproduttori. Quindi più questo numero è grande più avrò probabilità di trovare all'interno della stessa popolazione individui miglioratori.

INTERVALLO MEDIO DI GENERAZIONE

E' la media degli intervalli fra la nascita di un riproduttore e quello dei suoi figli dello stesso sesso (oppure, l'età media dei genitori alla nascita dei figli)

Dipende:

a) dalle caratteristiche biologiche della specie
avicoli < suini < bovini < equini

b) dalle tecniche riproduttive adottate monta naturale < inseminazione strumentale

Riducendo l'intervallo di generazione, si sostituisce più rapidamente la generazione filiale migliorata alla generazione parentale di partenza.

E' quindi un metodo molto efficiente per l'aumento del progresso genetico.

COMPOSIZIONE DELLA VARIABILITÀ AMBIENTALE

Nel miglioramento genetico la conoscenza dell'azione di fattori ambientali NOTI A PRIORI è molto utile: tali fattori possono essere inseriti nei modelli di stima del valore genetico oppure usati per “depurare il fenotipo” dal loro effetto: si ottiene in tal modo il cosiddetto FENOTIPO AGGIUSTATO

FONTI DELLA SELEZIONE

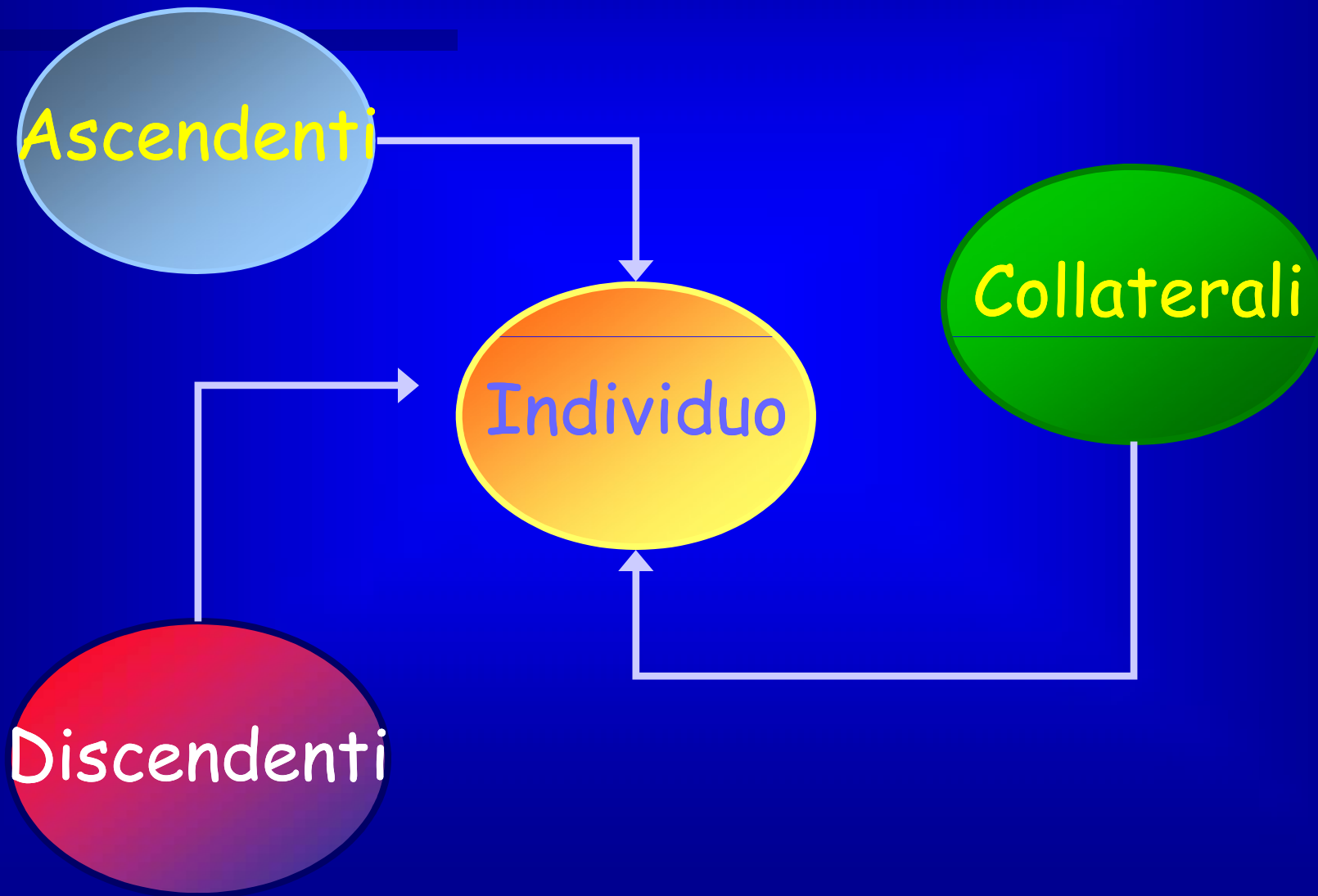
A causa delle relazioni fra intensità di selezione, quota di rimonta ed efficienza riproduttiva, è possibile aumentare il PG attraverso un uso appropriato dei soggetti su cui operare la selezione.

LA VALUTAZIONE GENETICA

Non possiamo conoscere il vero VALORE GENETICO GENERALE di un riproduttore (insieme di tutti i geni con effetto additivo) e nemmeno il VALORE GENETICO SPECIFICO (insieme di tutti i geni con effetto additivo e non additivo), ma solo **STIMARLI**.

La stima avviene attraverso il fenotipo dell'individuo stesso o dei suoi parenti, secondo i seguenti metodi:

La valutazione genetica in pratica



Il valore genetico di un individuo può essere stimato sulla base del fenotipo o dei fenotipi:

- ✓ **DELL'INDIVIDUO STESSO;**
- ✓ **DEI SUOI ASCENDENTI**
- ✓ **DEI SUOI COLLATERALI;**
- ✓ **DEI SUOI DISCENDENTI**

In particolare la valutazione genetica deve essere fatta sulla sottopopolazione dei **MASCHI**, perché presenta, rispetto alle femmine, una

MAGGIOR EFFICIENZA RIPRODUTTIVA



MINOR QUOTA DI RIMONTA



MAGGIOR INTENSITÀ DI SELEZIONE

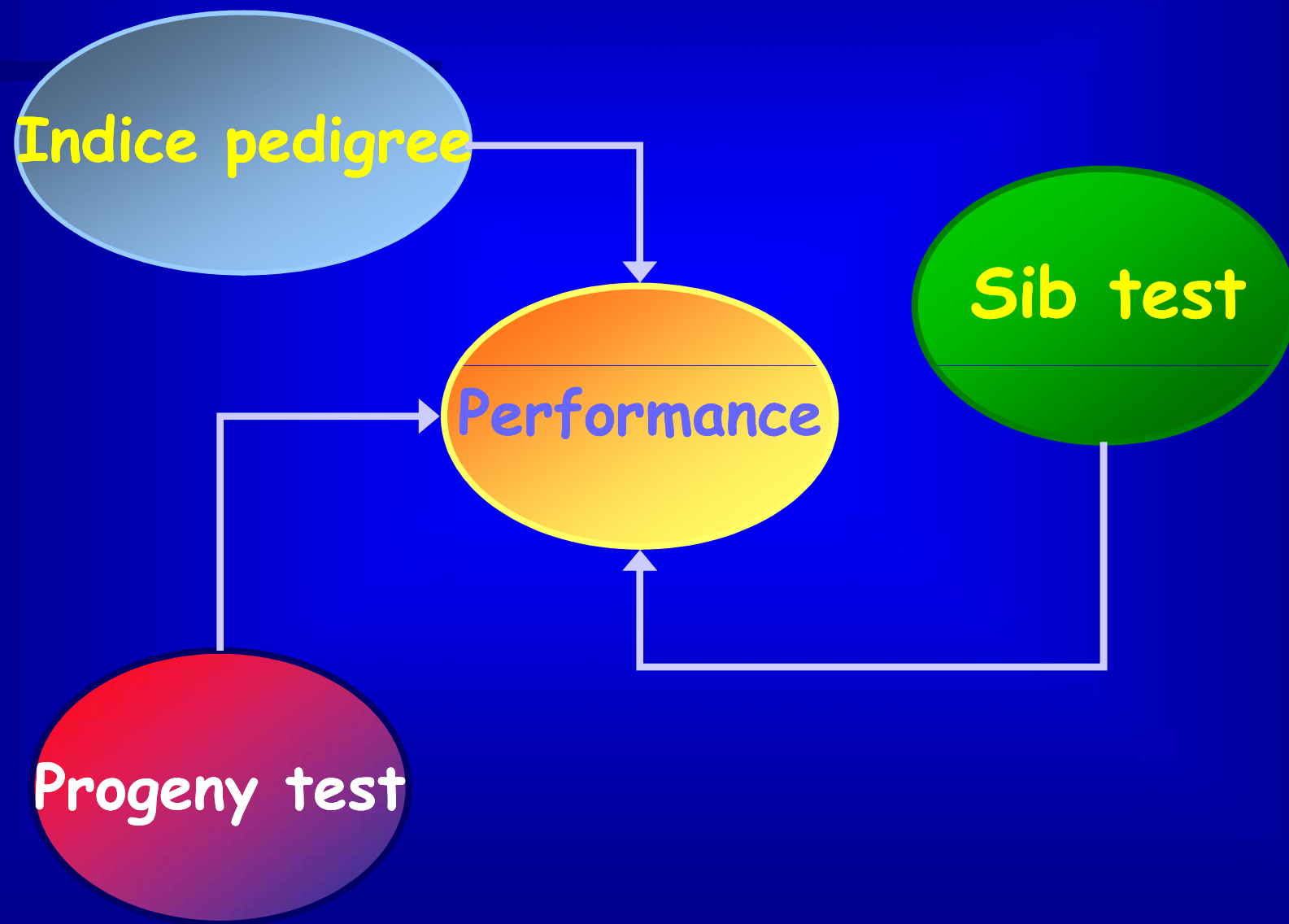


quindi



MAGGIOR PROGRESSO GENETICO

...La valutazione genetica in pratica



Test di stima del valore genetico in relazione ad un carattere quantitativo

Performance test

Pedigree

Sib test

Progeny test

Animal model

Le stime ottenute riguardano il valore genetico del riproduttore in confronto con gli altri riproduttori disponibili nella popolazione.

Non hanno quindi valore assoluto ma relativo

Test di stima del valore genetico

Sulla rimonta

Dipendono dal tipo di rilievo fenotipico effettuato

Dipendono dall'accuratezza del rilievo (es. n° individui; ereditabilità carattere considerato)

BREEDING VALUE

RISULTATO NEI DISCENDENTI E' META' DI
TALE VALORE

Performance test

Principio: stimare il valore genetico di un individuo relativo ad un determinato carattere quantitativo a partire dall'espressione fenotipica (prestazione produttiva) realizzata dall'individuo stesso

Validità: vale come confronto diretto solamente fra individui posti nelle medesime condizioni ambientali (ambiente, alimentazione) e se l'ereditabilità di quel carattere è alta.

Campo di applicazione: sui riproduttori presenti in azienda a condizione che il fenotipo che ci interessa sia espresso dal riproduttore (valutazione diretta).

STIMA DEL VALORE GENETICO ATTRAVERSO IL FENOTIPO DELL'INDIVIDUO

E' il sistema più economico e veloce per stimare il VGG di un riproduttore, purchè:

- 1) h^2 sia medio-alta o alta;
- 2) il/i carattere/i manifesti/no il fenotipo negli animali del sesso sottoposto al controllo;
- 3) il/i carattere/i manifesti/no il fenotipo sull'animale vivo o comunque sfruttabile per la riproduzione.

Nella pratica si utilizza nella valutazione genetica dei riproduttori delle razza bovine da carne o a duplice attitudine (per il carattere carne) : **PERFORMANCE TEST**.

E' necessario che h^2 sia elevata perché

$$\text{VG Stimato dell'individuo } x = h^2 * (P_x - P_{\text{medio}})$$

Per ottenere ciò i performance test si svolgono nei centri genetici, per rendere omogenee le fonti di variabilità ambientale e ridurre così la varianza fenotipica.

Pedigree test (1)

Principio: stimare il valore genetico di un individuo relativo ad un determinato carattere quantitativo a partire dall'espressione fenotipica (prestazione produttiva) realizzata dai suoi ascendenti.

Vale come confronto diretto solo se l'ereditabilità di quel carattere è alta. Tenuto conto delle leggi dell'eredità, l'indicazione che fornisce è relativamente valida solo fino alla 4 generazione ascendente.

E' più valido in presenza di consanguineità (omozigosi).

Campo di applicazione: alla base dell'istituzione dei libri genealogici e si avvale dei dati ricavabili dai libri genealogici.

VALORE GENETICO STIMATO IN BASE AGLI ASCENDENTI (indice pedigree)

- I passi logici che si compiono nella stima dell'indice pedigree di un animale sono i seguenti:
- a) *utilizzazione dell'ascendente per la stima del valore genetico dell'individuo (ereditabilità del carattere);*
- b) *calcolo del rapporto di parentela tra l'ascendente e l'individuo (correlazione genetica fra i due animali);*

Pedigree test (2)

- Rappresenta il metodo di valutazione genetica più precoce (anche come piano di accoppiamento senza far nascere il vitello).
- Utilizza i valori genetici stimati degli ascendenti dell'individuo oggetto di valutazione
- Esempio:
 - $IP_1 = \frac{1}{2} VGS_{\text{padre}} + \frac{1}{2} VGS_{\text{madre}}$

Indice di Pedigree

Si calcola come :

$$\frac{1}{2} \text{ IG Padre} + \frac{1}{2} \text{ IG Madre}$$

La sua accuratezza dipende da come sono stati calcolati gli IG dei genitori.

Non serve tanto per una valutazione genetica finale quanto piuttosto per scegliere in una popolazione i soggetti da destinare alla valutazione genetica con mezzi più accurati (screening).

Il suo utilizzo viene reso più agevole a seguito della applicazione degli accoppiamenti programmati

SIB TEST (1)

Principio: stimare il valore genetico di un individuo relativo ad un determinato carattere quantitativo a partire dall'espressione fenotipica (prestazione produttiva) realizzata dai suoi **collaterali** (fratelli e sorelle)

Validità: vale come confronto diretto solo se i collaterali sono posti nelle medesime condizioni ambientali (ambiente alimentazione, ecc). Non richiede la presenza fisica del soggetto da valutare, può essere effettuato su soggetti di sesso diverso da quello del soggetto da valutare, può prevedere il sacrificio finale dei soggetti.

Campo di applicazione: viene applicato su specie dotate di elevata prolificità (MULTIPARE) è il test applicato in campo suinicolo per la stima del valore genetico del verro.

SIB TEST (2)

- *I collaterali di un individuo sono i discendenti dei suoi ascendenti (parenti in linea collaterale), come i FRATELLI e i CUGINI.*
- *I dati fenotipici dei collaterali non servono tanto ad una valutazione diretta dell'individuo, quanto a quella dei suoi ascendenti e, solo tramite questi, dell'individuo stesso (valutazione indiretta).*

La valutazione genetica dei VERRI si effettua nei centri genetici e viene denominata "Sib-Test".

Sfrutta quindi i collaterali e viene applicata ad una specie nella quale sono presenti fratelli pieni contemporanei del candidato riproduttore.

Vengono allevati in condizioni controllate tre fratelli pieni (due femmine e un castrato della stessa nidiata) del maschio candidato a diventare riproduttore, che rimane presso l'allevatore per motivi sanitari (in precedenza si effettuavano le registrazioni in stazione anche su di lui:

COMBINED TEST).

SIB TEST (3)

Durante la prova i tre soggetti vengono pesati ogni quindici giorni e viene registrato il consumo di alimenti giornaliero.

Alla fine della prova i tre fratelli vengono macellati in modo pianificato secondo un disegno sperimentale teso ad evidenziare le differenze di natura genetica additiva tra i soggetti.

Al macello vengono rilevati i pesi dei vari tagli, lo spessore del lardo e l'estensione del Grasso Intermuscolare Visibile (Duroc).

Al prosciuttificio, vengono pesate entrambe le cosce di ogni soggetto prima e dopo la prima salatura.

VANTAGGI DEL SIB-TEST RISPETTO AL PERFORMANCE TEST:

- 1) *non richiede la presenza fisica dell'animale oggetto di valutazione nella stazione di controllo;*
- 2) *può essere effettuato in fratelli pieni di sesso diverso da quello dell'individuo da valutare (valutazione per caratteri che non si manifestano fenotipicamente nello stesso);*
- 3) *può prevedere anche la macellazione dei fratelli pieni (valutazione per caratteri rilevabili solo post-mortem)*

PROGENY TEST (1)

Un figlio rappresenta un campione casuale del 50% dei geni paterni e del 50% dei geni materni.

Il fenotipo di un figlio permette quindi di stimare il valore genetico dei suoi genitori.

PROGENY TEST (2)

- Principio: stimare il valore genetico di un individuo relativo ad un determinato carattere quantitativo a partire dall'espressione fenotipica (prestazione produttiva realizzata dai suoi discendenti (progenie))
- E' evidente che solo un numero infinito di figli è in grado di permettere la completa conoscenza del genotipo del genitore
- Con numero ridotti di figli l'accuratezza è funzione dell'ereditabilità del carattere, oltre che del numero di figli

PROGENY TEST (3)



Validità: vale come confronto solamente se la progenie è posta nelle medesime condizioni ambientali (ambiente, alimentazione, ecc) oppure il numero dei discendenti posti in condizioni ambientali differenti è sufficientemente alto (attendibilità) e l'accuratezza (n. figli valutati) è elevata.

Campo di applicazione: è alla base della valutazione genetica dei tori di razze da latte (**valutazione indiretta**)

ORDINE TEMPORALE DEI TEST GENETICI

★ PRIMA DELLA NASCITA  ★ PEDIGREE

☯ DOPO LA NASCITA  ☯ GENOMICO

★ DOPO LO SVILUPPO  ★ PERFORMANCE
 ★ SIB

★ DOPO LA NASCITA DEI FIGLI

★ DOPO LO SVILUPPO DEI FIGLI

★ DOPO IL PARTO DELLE FIGLIE

★ DOPO UNA LATTAZIONE DELLE FIGLIE

 ★ PROGENY

BLUP-ANIMAL MODEL

Principio: stimare il valore genetico di un individuo relativo ad un determinato carattere quantitativo a partire dall'espressione fenotipica (prestazione produttiva) realizzata da tutti gli individui a lui collegati geneticamente

Validità: vale prescindendo dalle condizioni ambientali (ambiente, alimentazione, ecc) e dall'ereditabilità di quel carattere poiché vengono compresi nel modello tutti i principali fattori ambientali controllati, ovvero vengono corretti per uniformarli. Include la matrice dei coefficienti di parentela di tutti gli individui della popolazione di appartenenza

Campo di applicazione: inserimento di un numero di dati elevatissimo e di risolvere un sistema di equazioni contenenti moltissime incognite tanto che il suo impiego è attuato solo con l'utilizzo di computer. E' il sistema attualmente in uso per la valutazione integrata di bovini da latte (tori e vacche), verri, tori di razze da carne

VALORE GENETICO STIMATO IN BASE A TUTTI I FENOTIPI DISPONIBILI - Animal model-

calcolato con procedura BLUP:

Best Linear Unbiased Prediction

Questo metodo si basa su tre principi:

- 1) *stima contemporaneamente il valore genetico di tutti gli individui della popolazione sia maschi che femmine;*
- 2) *confronta contemporaneamente i dati fenotipici di tutti gli animali controllati della popolazione;*
- 3) *utilizza la matrice dei coefficienti di parentela fra tutti gli animali della popolazione.*

Animal model

Modello statistico che utilizza tutti i legami di parentela degli animali (ascendenti, discendenti e collaterali sia in linea maschile che femminile) permettendo una stima simultanea dei valori riproduttivi di ciascun animale.