

# Appunti di miglioramento genetico

- L'importanza della selezione
- Le basi biologiche
- Casualità dell'accoppiamento
- Parentela e Consanguineità
- Caratteri quantitativi: fenotipo e genotipo
- Ereditabilità e correlazioni genetiche
- Indice genetico
- Performance Test e Progeny Test
- Gli indici di selezione nella Piemontese
- I diversi tipi di tori nella Piemontese

## *Cenni storici*

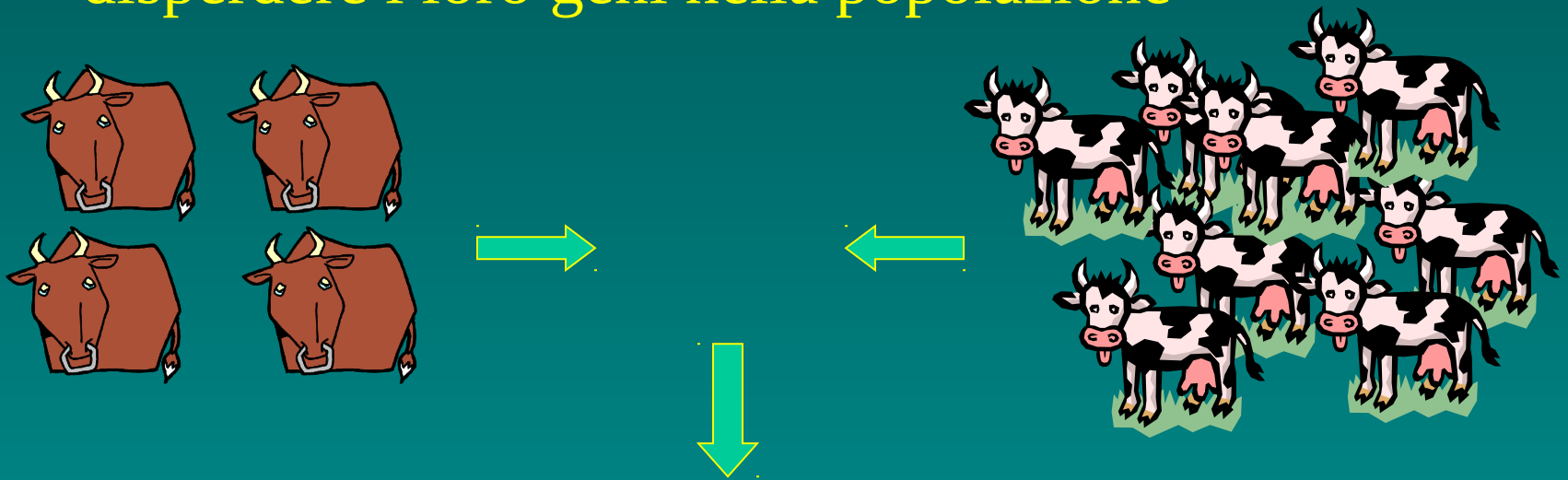
- Metà '700 creazione razze
- Fine '700 primi esempi selezione per produzione
- Inizio '900 basi selezione moderna
- Ultimi 50 anni nuovi metodi statistici, organizzazione selezione, computer

# *Importanza economica selezione*

- Ultimi 50 anni
  - Ovaiole da 150 a 300 uova/anno
  - Broiler ciclo da 30 a 6 settimane
  - Vacche da latte da 40 a 120 qli/lattazione
  - Piemontese +150 g/die accrescimento +1% resa macellazione -30% difficoltà di parto
- Contributo rilevante del miglioramento genetico

# Miglioramento genetico

Produrre animali geneticamente superiori e disperdere i loro geni nella popolazione



Ottenere animali che producano in modo più efficiente



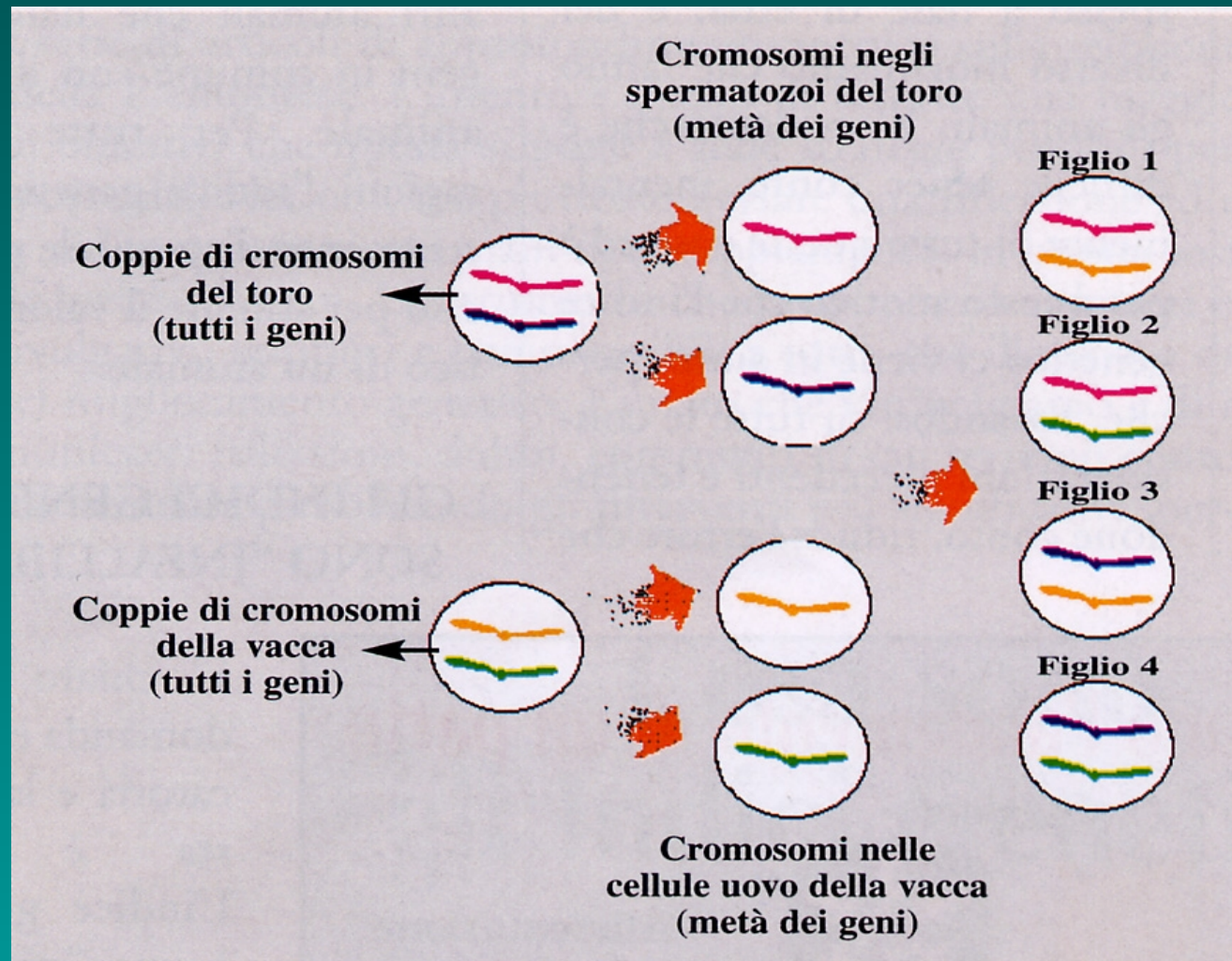
## *Basi biologiche del M.G.*

- Informazione genetica contenuta nel DNA di cui sono costituiti i cromosomi
- Il numero di cromosomi è caratteristico di ciascuna specie (uomo 46, bovino 60...)
- Ogni individuo porta 2 coppie di ciascun cromosoma
- I geni sono piccole porzioni di cromosoma che determinano la trasmissione delle informazioni da una generazione alla successiva

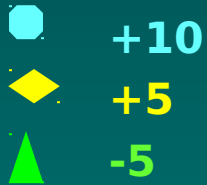
## *Basi biologiche del M.G.*

- Attraverso la riproduzione l'informazione genetica è trasmessa alla progenie
- Gli spermatozoi o le cellule uovo contengono metà del patrimonio genetico di un toro o di una vacca
- Ma quale metà???
- Un figlio riceve metà dei propri geni dal padre e metà dalla madre

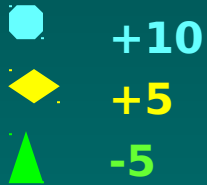
# *Basi biologiche del M.G.*



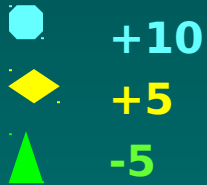
# *La casualità dell'accoppiamento*



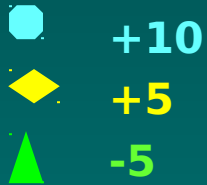
# *La casualità dell'accoppiamento*



# *La casualità dell'accoppiamento*



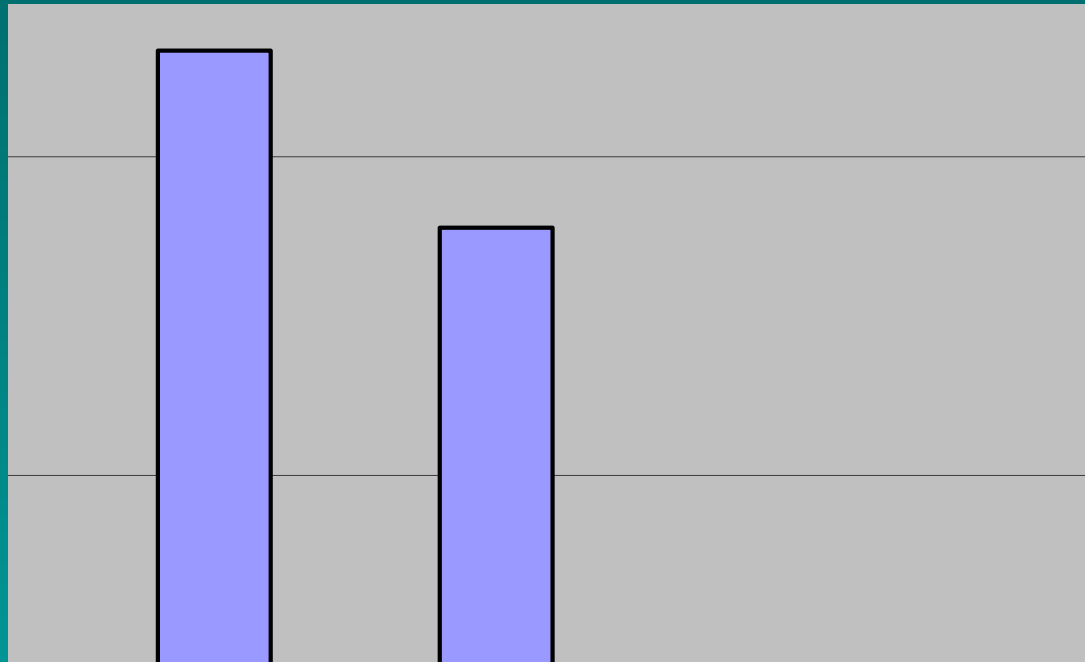
# *La casualità dell'accoppiamento*



Calcolate i valori minimi e massimi che possono risultare da questo accoppiamento

# *La casualità dell'accoppiamento*

- 4 Geni con valore +60 +40 +20 0
- Accoppio padre +120 con madre +120
- Valore atteso 120 – possibilità da 40 a 200



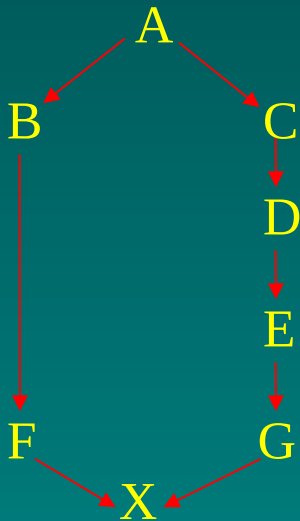
# *Parentela*

- Animali parenti hanno una certa proporzione di geni in comune (ereditati da un antenato comune)
- Coefficiente di parentela misura questa proporzione
- Padre-figlio 50%
- Nonno-nipote 25%
- Mezzi fratelli 25%
- Fratelli pieni 50%

# *Consanguineità*

- Si genera accoppiando tra loro animali parenti (animali che hanno un antenato in comune)
- Copie degli stessi geni dell'antenato comune possono arrivare all'animale dal padre e dalla madre
- Si misura con il coefficiente di consanguineità: misura della proporzione di geni identici per discendenza in un individuo
- E' il valore più probabile non una certezza
- Si esprime in %

# Calcolo consanguineità



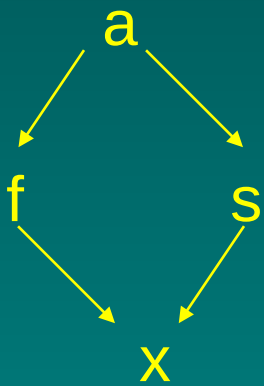
$$F = \frac{1}{2}^n$$

N= n.animali a monte sino all'antenato comune

$$\left(\frac{1}{2}\right)^7 = 0.78\%$$

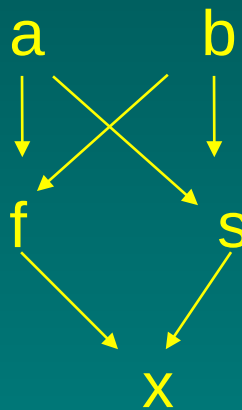
- Tenere conto di tutti gli antenati comuni
- Il calcolo si complica molto!... metodi alternativi

## *Alcuni casi tipici*



Mezzi fratelli

$F=12.5\%$



Fratelli pieni

$F=25\%$



Padre - figlia

$F=25\%$

# *Effetti della consanguineità*

- Fissa i geni dell'antenato comune
- Fissa geni anche i geni “cattivi”
- Malformazioni, difetti
- Resistenza stress, suscettibilità malattie
- Fertilità, aborti
- Diminuzione variabilità genetica

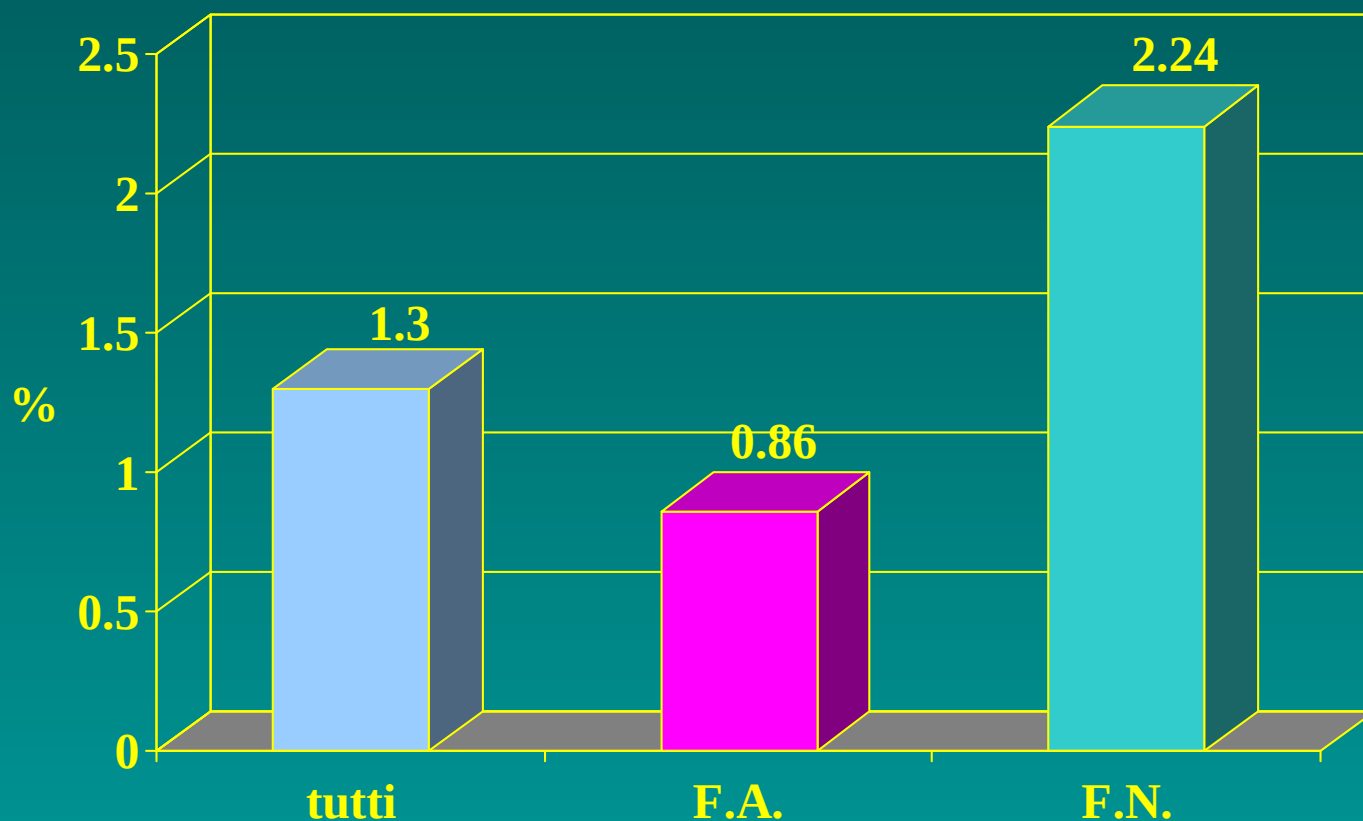
# *Effetti della consanguineità*

- Per ogni 1% di aumento di F:
  - -25 kg di latte nei bovini
  - -0.23% di tasso di concepimento delle vacche
  - -1.7% di sopravvivenza embrionale nelle vacche
  - -0.47 kg di peso allo svezzamento nei vitelli
  - -0.012 agnelli svezzati rispetto ai nati

# *Strategie per evitarla in azienda*

- Facile crearla ma anche facile distruggerla
- Conoscenza pedigree
- Evitare di superare  $F=3\%$
- Accoppiare animali senza ascendenti comuni sino ai nonni
- Ricambio veloce riproduttori
- Attenzione se si usano tori aziendali

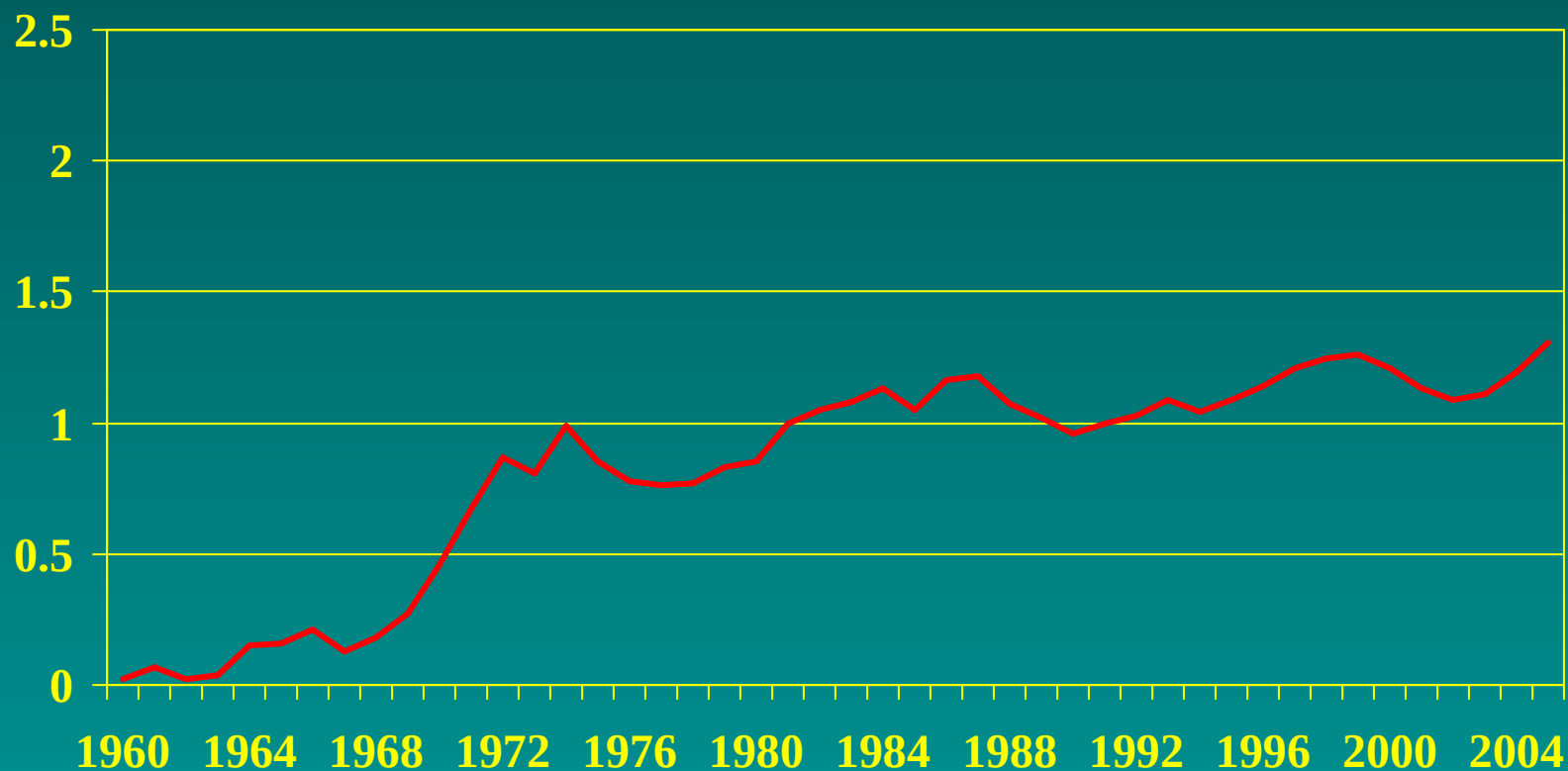
# *Situazione consanguineità accoppiamenti in corso*



# *Strategie per contenerla in popolazione*

- Selezione riduce variabilità genetica nel lungo periodo → aumento consanguineità
- Disegnare schemi selettivi che bilancino miglioramento genetico e mantenimento variabilità
- Selezionare un numero ampio di tori
- Evitare che abbiano un impatto eccessivo → ricambio veloce
- Monitorare costantemente l'andamento dell'imparentamento medio nella popolazione

# *Andamento della consanguineità in razza*



# Calcolare la consanguineità

			<b>NAP</b>
		QUADRO	
			FOGGIA
	TACCO		
			INVERNO
		MAIRA	
			COLA
BILLY			
			<b>NAP</b>
		RAMBO-ET	
			MAIA
	UTEA		
			ARTURO II
		QUIRINA	
			NANA

# Calcolare la consanguineità

			NAP
		QUADRO	
			FOGGIA
	TACCO		
			INVERNO
		MAIRA	
			COLA
BILLY			
			NAP
		RAMBO-ET	
			MAIA
	UTEA		
			ARTURO II
		QUIRINA	
			NANA

$$1/2^5 = 3.125\%$$

# Calcolare la consanguineità

				--
			BELU	--
		MERLU		--
			STELLA	OMEGNA
	ZORRO			ELMO
			OLMETTO	VALLEISA
		SIBILLA		--
			CASERTA	--
BIAGIO				
			OLMO	--
		SARAGAT		--
			PAVIA	--
	VIENNA			--
			OLMETTO	ELMO
		QUADRIGLIA		VALLEISA
			PISA	MERLU
				REGINA

# Calcolare la consanguineità

				--
			BELU	--
		MERLU		--
			STELLA	OMEGNA
	ZORRO			ELMO
			OLMETTO	VALLEISA
		SIBILLA		--
			CASERTA	--
BIAGIO				
			OLMO	--
		SARAGAT		--
			PAVIA	--
	VIENNA			--
			OLMETTO	ELMO
		QUADRIGLIA		VALLEISA
			PISA	MERLU
				REGINA

$$1/2^5 + 1/2^5 = 6.25\%$$

# Calcolare la consanguineità

				SANCHIO
			CONSUL	ROLA
		FIERO		TERNI
			ASPRA	SUNIA
	MORGAN			--
			--	--
		VICENA		--
			--	--
QUORUM				
			CONSUL	SANCHIO
		FIERO		ROLA
			ASPRA	TERNI
	LORA			SUNIA
			BARO	VENETO
		ENZA		VIOLA
			UDINE	SULLO
				FURMENTA

# Calcolare la consanguineità

				SANCHIO
			CONSUL	ROLA
		FIERO		TERNI
			ASPRA	SUNIA
	MORGAN			--
			--	--
		VICENA		--
			--	--
QUORUM				
			CONSUL	SANCHIO
		FIERO		ROLA
			ASPRA	TERNI
	LORA			SUNIA
			BARO	VENETO
		ENZA		VIOLA
			UDINE	SULLO
				FURMENTA

$$1/2^3 = 12.5\%$$

# Calcolare la consanguineità

				QUAR
			BIUND	SERVAIA
		DESI		TORINO
			BIANCA	ROSITA
	GUFO			QUAGLIANO
			UGOLINO	OMSA
		BARDONECCHIA		PIKET
			UNITA	RELLI
LIVORNO				
			QUAGLIANO	GRIFFONE
		UGOLINO		FANTINA
			OMSA	DURANO
	DIVINA			CANDI
			TRINCIA	BIUND
		ZITESCA		GRIVA
			RESTIVA	PIKET

# Calcolare la consanguineità

				QUAR
			BIUND	SERVAIA
		DESI		TORINO
			BIANCA	ROSITA
	GUFO			QUAGLIANO
			UGOLINO	OMSA
		BARDONECCHIA		PIKET
			UNITA	RELLI
LIVORNO				
			QUAGLIANO	GRIFFONE
		UGOLINO		FANTINA
			OMSA	DURANO
	DIVINA			CANDI
			TRINCIA	BIUND
		ZITESCA		GRIVA
			RESTIVA	PIKET

$$1/2^6 + 1/2^4 + 1/2^7 = 8.59\%$$

# Calcolare la consanguineità

				BERTU
			QUINTO	DEORA
		TYSON		ERGO
			MALIVA	CIVETTA
	ZAINO			VOLTURNO
			ATTILA	FORCHINA
		RATA		BERTU
			NUVOLA	FARINA
FRED				
			IODO	FERMO
		NUVOLARI		CANDI
			FIOCA	DOR
	QUAGLIA			AURORA
			MUTO	IGOR
		ORMEA		GELOSA
			IMOLA	ELMO
				CASTIGLIA

# Calcolare la consanguineità

				BERTU
			QUINTO	DEORA
		TYSON		ERGO
			MALIVA	CIVETTA
	ZAINO			VOLTURNO
			ATTILA	FORCHINA
		RATA		BERTU
			NUVOLA	FARINA
FRED				
			IODO	FERMO
		NUVOLARI		CANDI
			FIOCA	DOR
	QUAGLIA			AURORA
			MUTO	IGOR
		ORMEA		GELOSA
			IMOLA	ELMO
				CASTIGLIA

# Calcolare la consanguineità

				--
			RISOT	--
		AVIGNONE		--
			UNIONE	--
	CORALLO			
			--	
		SPAGNOLA		
			--	
FOLGORE				
		--		
	SPAGNOLA			
		--		

# Calcolare la consanguineità

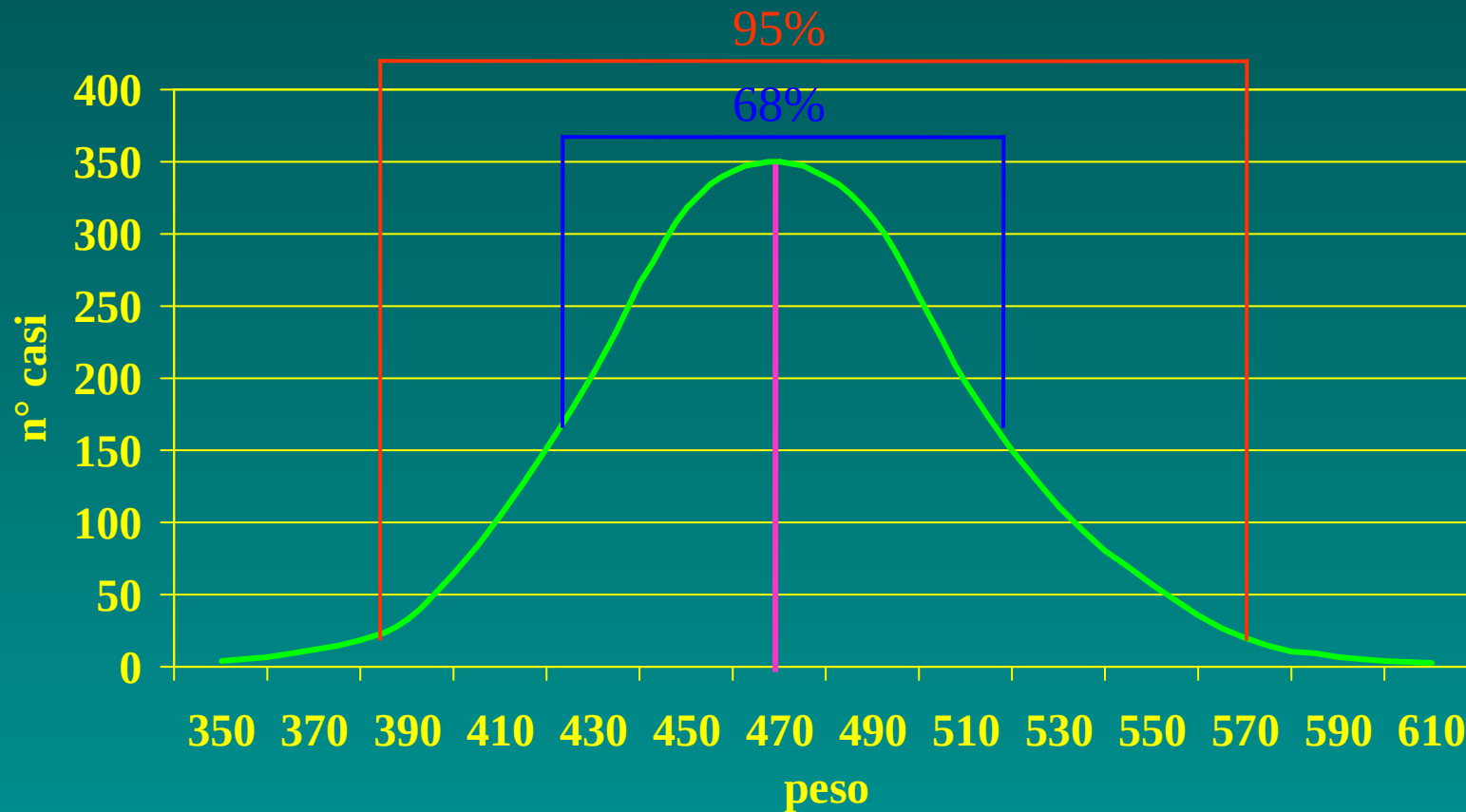
				--
			RISOT	--
		AVIGNONE		--
			UNIONE	--
	CORALLO			
			--	
		SPAGNOLA		
			--	
FOLGORE				
		--		
	SPAGNOLA			
		--		

$$1/2^2 = 25.0\%$$

## *Caratteri quantitativi*

- Sono misurabili in modo continuo (es, prod. latte, peso, accrescimento ecc..)
- Dipendono dall'azione congiunta di tanti geni, ciascuno con un piccolo effetto
- Ciò che viene misurato dipende in modo “importante” anche dall'effetto dell'ambiente

# *Peso a 12 mesi tori C.G.*



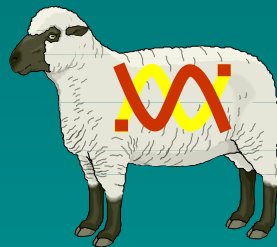
**Media 474 ds 40**

# *Fenotipo e Genotipo*

- Fenotipo = quello che osserviamo o misuriamo su un animale
- Genotipo = combinazione di geni posseduta da un animale
- Fenotipo = Genotipo + Ambiente

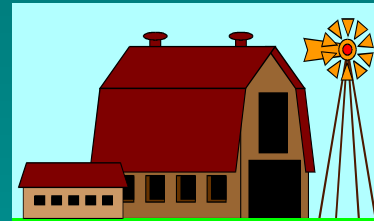


=



Genetica  
(Genotipo)

+



Gestione  
(Ambiente)

# *Valore fenotipico, genetico ed ambientale del peso di 3 torrelli*



# *Valutazione genetica*

Si utilizzano:

- Misura delle performance degli animali
- Relazioni di parentela tra gli animali



E' fondamentale la qualità dei dati e  
dei pedigree

## *Ereditabilità $h^2$*

- Quota della variabilità osservata dovuta ad effetti genetici
- $h^2$  è diversa per i vari caratteri e le varie popolazioni
- Può variare da 0 (nessun controllo genetico) a 1 (tutta la variabilità osservata è genetica)
- Normalmente tra 0.05 e 0.60
- + alta  $h^2$  + efficace la selezione

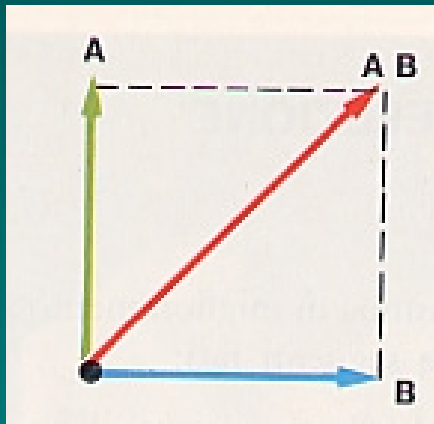
# *Ereditabilità di alcuni caratteri nella Piemontese*

- Accrescimento 0.49
- Muscolosità 0.40
- Facilità nascita 0.13
- Facilità parto 0.09
- Docilità 0.28

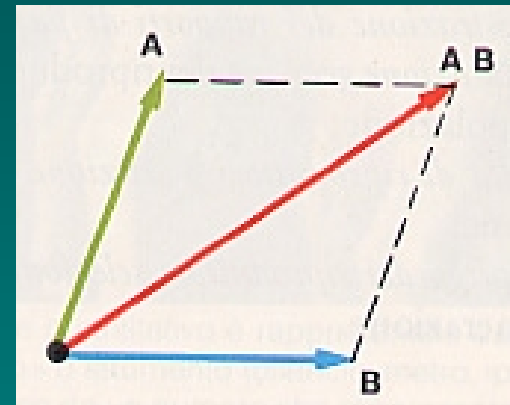
# *Correlazioni genetiche*

- I caratteri che selezioniamo spesso non sono indipendenti geneticamente
- La selezione per un carattere può migliorare o peggiorare l'altro
- es. facilità nascita (+) facilità parto (-)
- La correlazione genetica esprime il legame tra due caratteri
- Varia da +1 a -1 se vale 0 c'è indipendenza

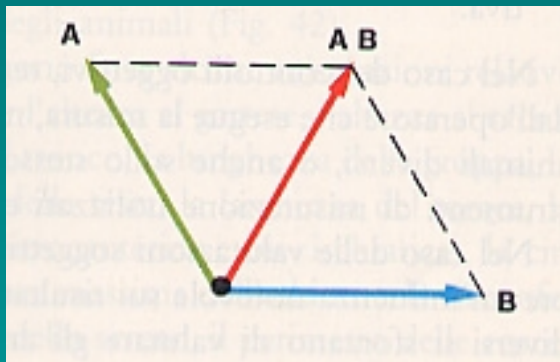
# *Effetto correlazioni su selezione per 2 caratteri*



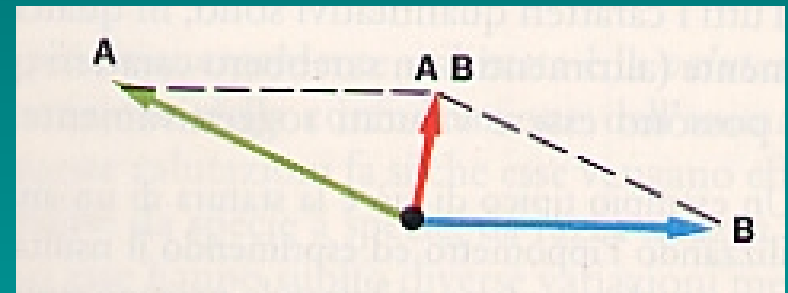
**Nessuna**



**Positiva**



**Negativa**



**Molto negativa**

# *Correlazioni genetiche in Piemontese*

	Muscolosità	Facilità nascita	Facilità parto
Accrescimento	-0.05	-0.46	0.25
Muscolosità		-0.05	-0.25
Facilità nascita			-0.36

# *Indice genetico*

E' la stima del valore genetico di un riproduttore

Si possono usare diverse fonti di informazione per la stima:

- Genitori → indice pedigree
- Animale stesso → performance test
- Figli → progeny test
- Tutti → animal model

## *Indice Pedigree*

- $\frac{1}{2}$  indice padre +  $\frac{1}{2}$  indice madre
- Valore genetico più probabile per un animale di cui non si conosce nulla tranne il pedigree
- Tutti i fratelli pieni hanno lo stesso indice
- Ma sappiamo che ogni fratello riceve una metà casuale dal padre e dalla madre
- Quindi la stima non è molto accurata

# *Utilizzo indici pedigree in Piemontese*

- Scelta vitelli da provare in Centro Genetico
- Padri sono tori provati
- Madri sono figlie di tori provati

# *Performance test*

- Indice deriva da misure sull'animale stesso  
es: peso in un torello
- Stima è accurata se  $h^2$  è alta
- Nei centri genetici si ottengono indici più accurati perché le condizioni ambientali sono comuni a tutti gli animali

# *Utilizzo performance test in Piemontese*

- Torelli provati in Centro Genetico
- Per accrescimento e muscolosità
- I padri sono a loro volta provati
- Di ogni torello si provano anche numerosi mezzi fratelli

## *Progeny test*

- Informazioni raccolte sui figli
- Indispensabile per caratteri non espressi dal riproduttore es: parto o produzione di latte sui tori
- Va bene per caratteri poco ereditabili
- $h^2$  bassa è compensata da n° figli

# *Utilizzo progeny test in Piemontese*

- Tori in prova di progenie
- Per facilità nascita e facilità parto
- Facilità nascita e parto sono correlate
- L'informazione sui figli di un toro consente di prevedere anche come partoriranno le sue figlie

# *Animal Model*

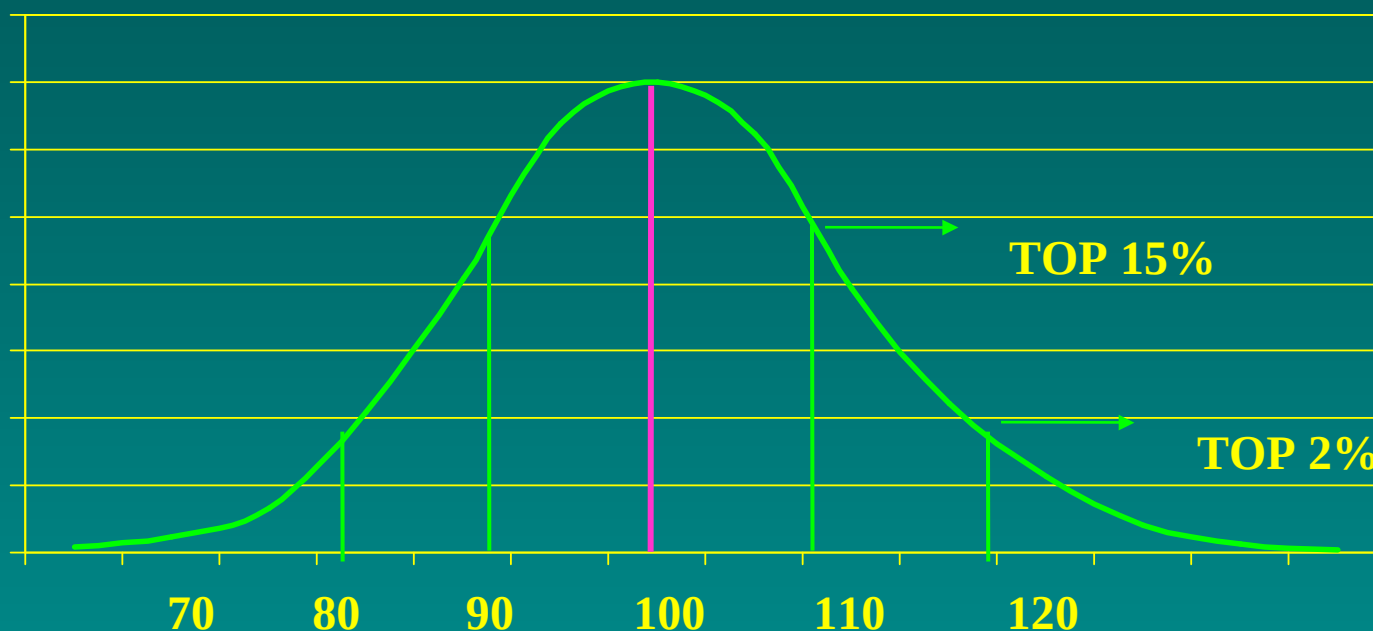
- E' il sistema più preciso di calcolo degli indici genetici
- Utilizza tutte le informazioni disponibili (animale, genitori, figli, mezzi fratelli...)
- Ogni informazione è pesata in modo opportuno
- L'accuratezza degli indici è + alta

## *Peso delle diverse fonti di informazione nell'indice*

	Torello	Padre	Mezzi fratelli	Figli
Accresc	71%	12%	17%	--
Muscol	59%	14%	27%	--
Nascita in prova	10%	90%		--
Nascita provato	2%	22%		76%

# *Espressione indici in Piemontese*

Indici genetici servono per confrontare gli animali tra loro



Media <sup>130</sup>100 = gruppo tori F.A. provati

La media cresce nel tempo (→ gli indici dei tori vecchi si abbassano!)

# *Indici o “quello che vedo”? Un esempio sulla facilità di nascita*

- L'esito di un parto dipende da:
- effetto dell'azienda (stabulazione, alimentazione, gestione parto dell'allevatore)
- stagione
- sesso del vitello
- ordine di parto della bovina
- tipo di accoppiamento

## *Indici o “quello che vedo”? Un esempio sulla facilità di nascita*

- Le esperienze di campo si basano solo su una quota, spesso piccola, delle informazioni disponibili
- Si riesce “ad occhio” e con l’utilizzo della memoria a tenere conto di tutti gli effetti?
- Il computer ci riesce
- Gli indici utilizzano tutte le informazioni disponibili pesandole in modo obiettivo

# *Indici o “quello che vedo”? Un esempio sulla facilità di nascita*

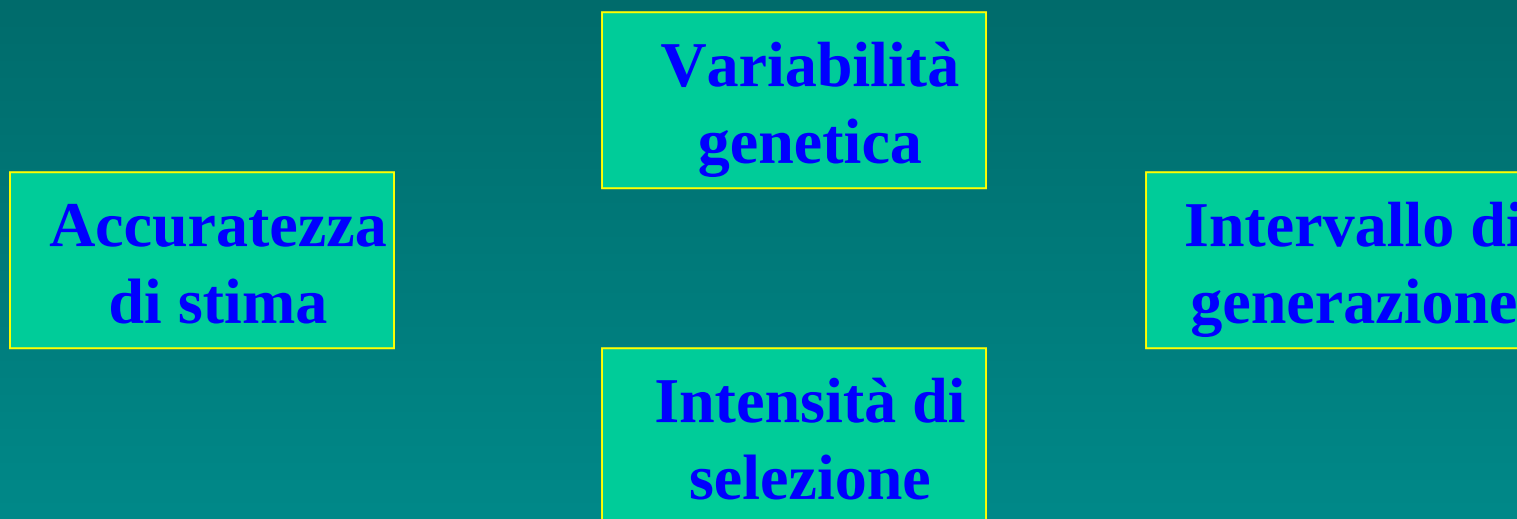
- L'indice è una stima non esente da possibili imprecisioni ma...
- E' difficile sostituirlo con impressioni personali (anche il più oggettive possibili) e fare di meglio, quindi...

**Bisogna “fidarsi” degli indici**

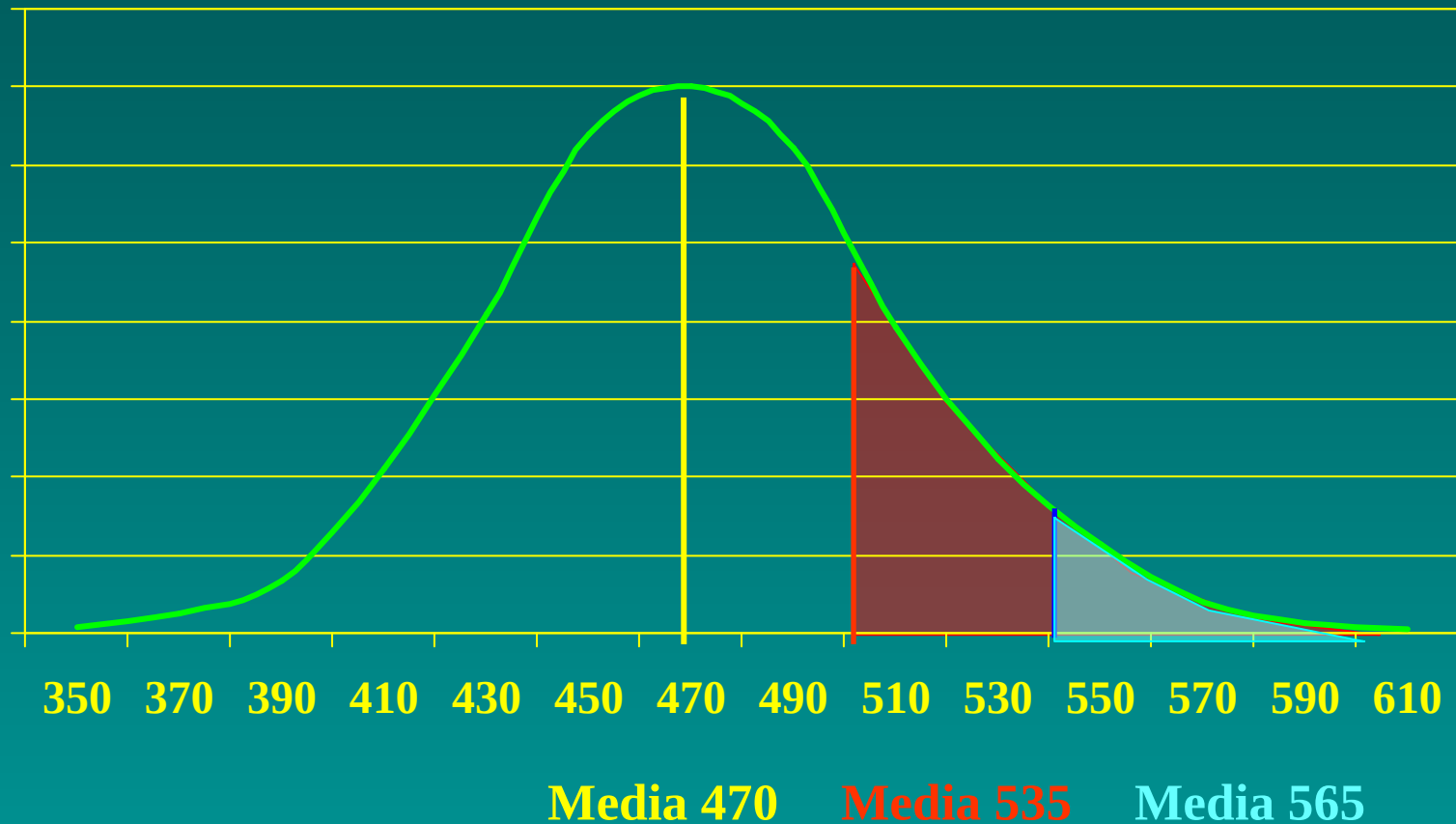
- Sono pochissimi i casi di indici non confermati negli ultimi anni...

# *Progresso genetico annuale*

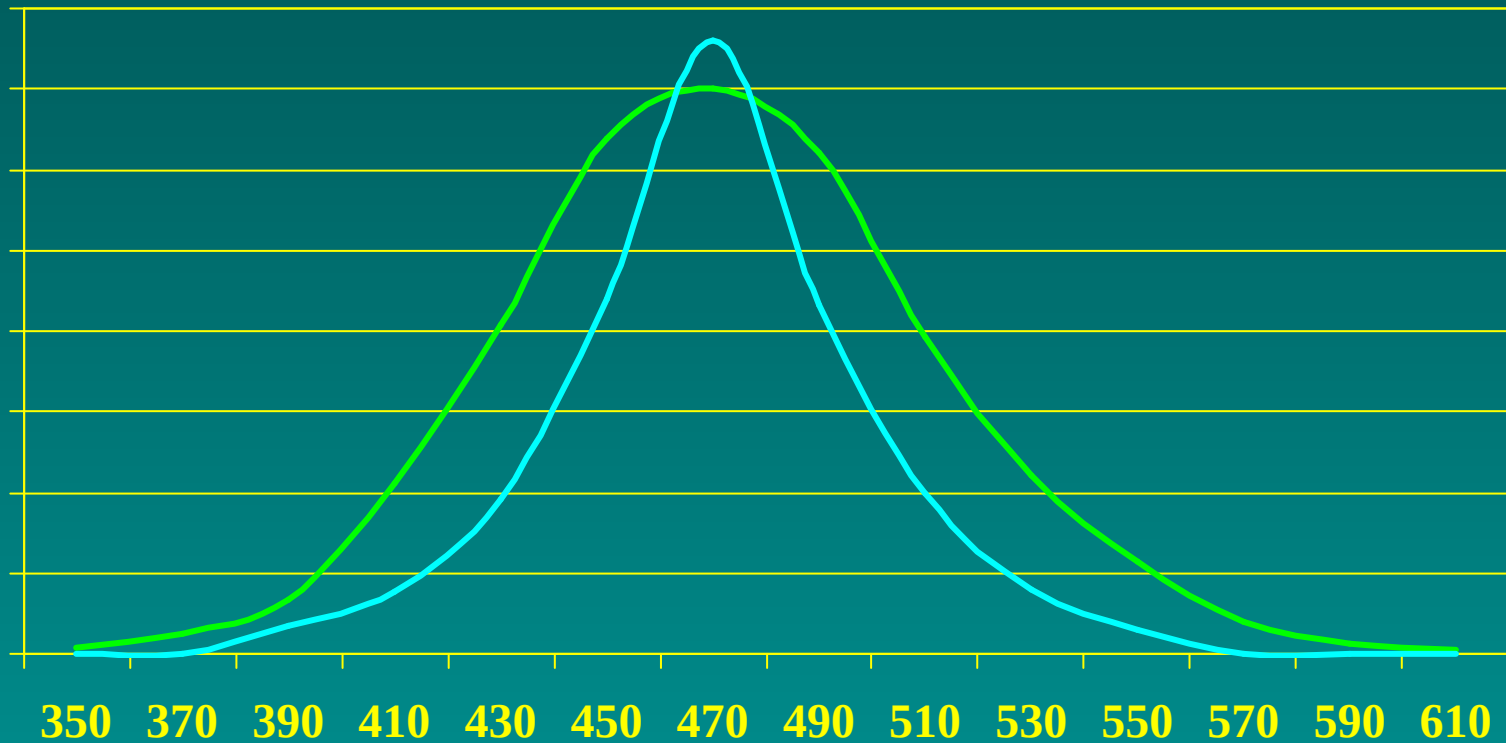
- Il risultato della selezione dipende da:



# *Intensità di selezione*



# *Variabilità genetica*



# *Intervallo di generazione*

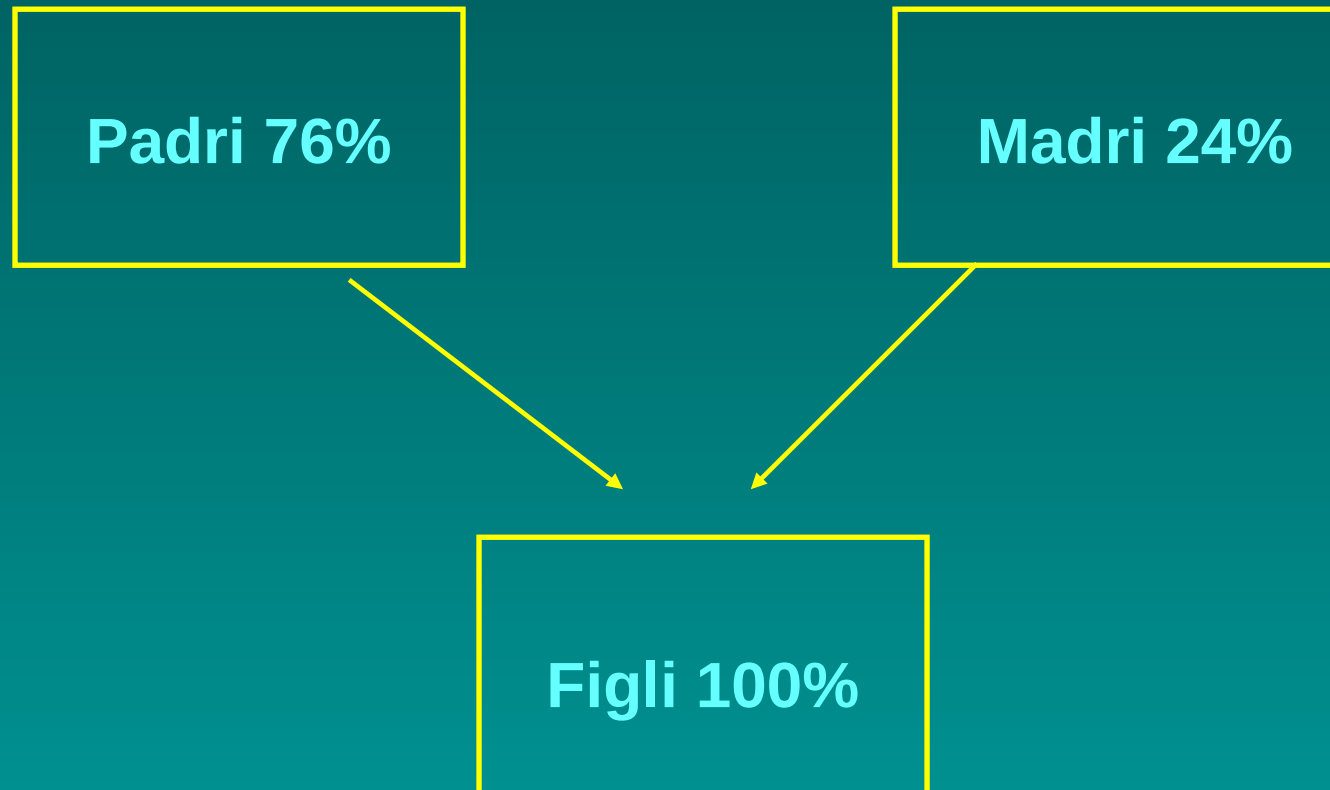
- Età dei genitori alla nascita dei figli usati per la selezione
- + ricambio generazioni + progresso genetico

	P.T.	Progeny 1	Progeny 2
12 mesi	fine P.T	fine P.T	fine P.T
18 mesi	seme	seme	seme
28 mesi	nascita figli	progenie	progenie
40 mesi		nascita figli	
56 mesi		parto figlie	
65 mesi		nascita figli	

# *Perché i tori contano di più delle vacche nella selezione?*

- Padri e madri contribuiscono al 50% ma..
- Accuratezza stima è superiore nei maschi (molti figli → indici precisi)
- Intensità selezione è superiore nei maschi (efficienza riproduttiva, FA → pochi maschi)
- Intervallo generazione è inferiore nei maschi (un torello può avere figli a 20-24 mesi)

# *Contributo al progresso genetico nei bovini da latte*



## *Selezione per più caratteri*

- Sistema più efficiente utilizzare indice di selezione
- Aggregare i caratteri selezionati in un singolo indice
- Pesi dipendono da valore economico e correlazioni tra caratteri
- Consente di selezionare i migliori animali per la combinazione di caratteri

# *Indici di selezione in Piemontese*

	Indice allevamento	Indice carne
accrescimento	20%	20%
muscolosità	25%	25%
facilità nascita	14%	36%
facilità parto	34%	12%
docilità	5%	5%
arti	2%	2%