

# Utilizzo dell'incrocio in suinicoltura

---

A. Sabbioni

Dipartimento di Produzioni Animali, Biotecnologie  
Veterinarie, Qualità e Sicurezza degli Alimenti  
Università degli Studi di Parma

Mantova, 20 marzo 2009



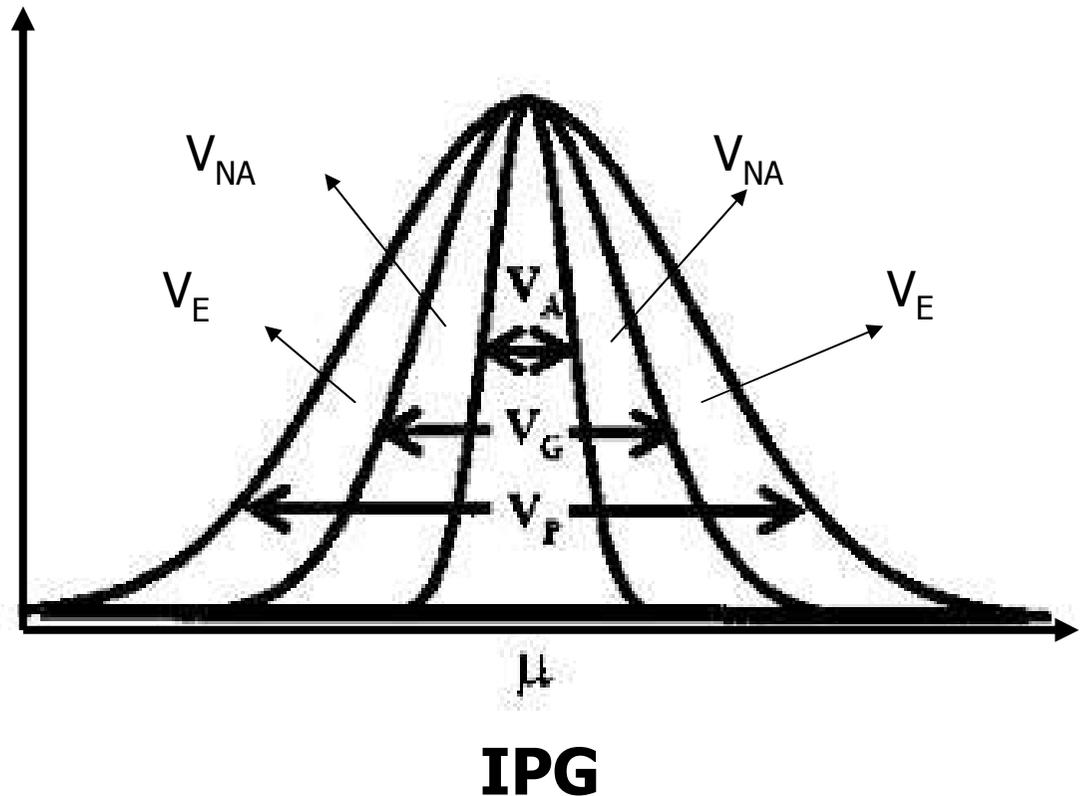
# Selezione e Incrocio

---

- Il miglioramento genetico delle produzioni in suinicoltura può avvenire per
  - Selezione: scelta dei riproduttori attraverso il merito genetico
  - Incrocio: scelta dei riproduttori attraverso la parentela
  - Selezione + Incrocio

# La varianza fenotipica e genetica

- $V_P$  = varianza fenotipica
- $V_G$  = varianza genetica
- $V_A$  = varianza genetica additiva
- $V_{NA}$  = varianza genetica non additiva
- $V_E$  = varianza ambientale





# La variabilità genetica

---

- La componente genetica della variabilità fenotipica si divide in due quote:
- 1. **ADDITIVA**, determinata dall'effetto cumulativo dei singoli geni (è selezionabile, dà accumulo): dipende solo dal n. di geni;
- 2. **NON ADDITIVA**, determinata dalle interazioni entro *locus* (di dominanza) o fra *loci* diversi (epistasi), che è caratteristica dell'individuo, non è ereditata né trasmissibile: dipende solo dalle interazioni fra i geni



# La variabilità genetica

---

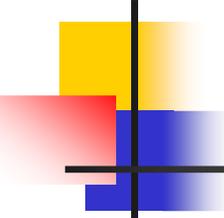
- L'incidenza della componente additiva sulla variabilità totale di un carattere si chiama **ereditabilità ( $h^2$ )**
- I caratteri hanno diversa  $h^2$  :
  - Alta ( $>0,4$ )
  - Media ( $0,1-0,4$ )
  - Bassa ( $<0,1$ )
- e quindi serviranno strategie diverse per affrontare il loro miglioramento genetico.



# La variabilità genetica

---

- I caratteri con **alta e media  $h^2$**  (accrescimento, indice di conversione, peso della carcassa, ecc.) risentono favorevolmente della **selezione**, che mira ad aumentare il numero di geni con effetto additivo che agiscono su un carattere.
- I caratteri ad alta ereditabilità rispondono in genere all'**incrocio** con la produzione di un fenotipo intermedio rispetto ai genitori.



# Ereditabilità

---

- I caratteri a **bassa ereditabilità** risentono positivamente dell'**incrocio** (eterosi) perché hanno un'alta componente genetica non additiva.
- Per loro la selezione risulta difficile, scarsamente efficace e normalmente lunga.

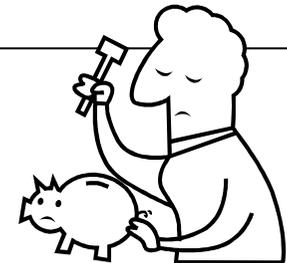
# SELEZIONE o INCROCIO?

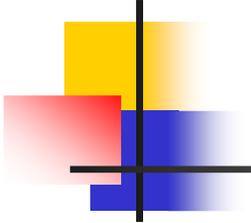


- Miglioramento lento del carattere, che diventa patrimonio della razza
- Il miglioramento **si accumula** nella popolazione ed è **trasmissibile**
- Gestita dall'ANAS (LG e RA)



- Miglioramento immediato del carattere, che **non si trasmette** alle generazioni successive
- Gestita dall'ANAS (albo riproduttori ibridi)

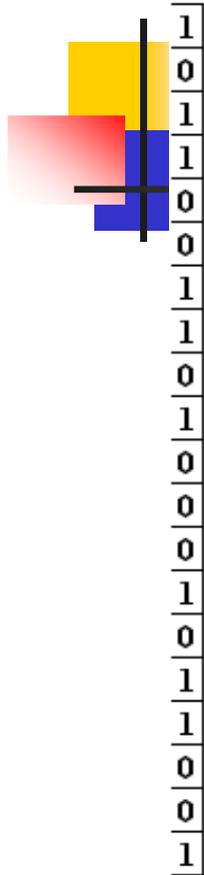




# SELEZIONE O INCROCIO?

---

- In linea di massima quindi:
- L'incrocio dà risultati rapidi, che **aiutano a risolvere** situazioni contingenti per caratteri con  $h^2$  bassa;
- La selezione dà risultati a lungo termine, meno intensi, ma duraturi (**trasmissibili**) per caratteri con  $h^2$  medio-alta.
- Riuscire a combinarli permette una **sinergia** per
  - Caratteri con diversa  $h^2$
  - Caratteri concentrati in poche linee



additivo non additivo

1	=	2	0
1	=	1	1
1	=	2	0
1	=	2	0
0	=	0	0
1	=	1	1
0	=	1	1
0	=	0	0
0	=	1	1
1	=	1	1
0	=	0	0
1	=	1	1
0	=	1	1
1	=	2	0
0	=	1	1
0	=	0	0
1	=	2	0
=	=	=	=
		<b>21</b>	<b>11</b>

32

SELEZIONE

additivo non additivo

1	1	=	2	0
<b>1</b>	<b>1</b>	=	<b>2</b>	<b>0</b>
1	1	=	2	0
1	1	=	2	0
0	0	=	0	0
<b>1</b>	<b>1</b>	=	<b>2</b>	<b>0</b>
1	0	=	1	1
1	0	=	1	1
0	0	=	0	0
1	0	=	1	1
0	1	=	1	1
0	0	=	0	0
0	1	=	1	1
1	1	=	2	0
<b>1</b>	<b>1</b>	=	<b>2</b>	<b>0</b>
0	1	=	1	1
0	0	=	0	0
1	1	=	2	0
=	=	=	=	=
			<b>24</b>	<b>8</b>

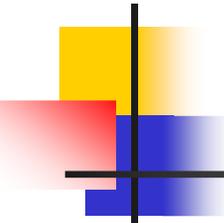
32

INCROCIO

additivo non additivo

1	<b>0</b>	=	<b>1</b>	<b>1</b>
0	1	=	1	1
1	1	=	2	0
1	1	=	2	0
0	0	=	0	0
0	1	=	1	1
1	0	=	1	1
1	0	=	1	1
0	0	=	0	0
1	0	=	1	1
0	1	=	1	1
0	0	=	0	0
0	1	=	1	1
1	0	=	1	1
1	1	=	2	0
1	0	=	1	1
0	1	=	1	1
0	0	=	0	0
<b>0</b>	<b>1</b>	=	<b>1</b>	<b>1</b>
=	=	=	=	=
			<b>19</b>	<b>13</b>

32



# UTILIZZO DELL'INCROCIO IN SUINICOLTURA

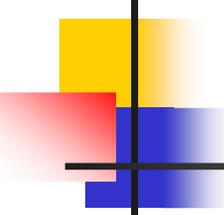
---

A LIVELLO **AZIENDALE** (incrocio p.d.)

1. INCROCIO A 2 VIE
2. INCROCI CHE SFRUTTANO L'ETEROSI MATERNA
3. (INCROCIO DI SOSTITUZIONE)

A LIVELLO DI **SOCIETA' COMMERCIALI** (selezione + incrocio)

1. SELEZIONE DI LINEE PURE E INCROCI CHE SFRUTTANO L'ETEROSI MATERNA E PATERNA, INDIVIDUALE E LA COMPLEMENTARIETA' DEI CARATTERI (IBRIDI COMMERCIALI IMPROPRIAMENTE DETTI)



# INCROCIO ed ETEROSI

---

- L'incrocio sfrutta l'ETEROSI che si manifesta a carico di caratteri a bassa e media ereditabilità;
- L'ETEROSI in un soggetto è la DIFFERENZA dalla MEDIA DEI GENITORI;
- L'incrocio non dà effetti di accumulo con le generazioni;
- È solo una forma di sfruttamento e valorizzazione della selezione condotta sulle linee di fondazione



# ETEROSI

---

**Individuale:** si manifesta nel soggetto incrociato. E' in genere **positiva** per crescita e peso macellazione e **poco evidente** su caratteri carcassa

**Parentale:** si manifesta nel soggetto incrociato che si riproduce

- Paterna (poco utile nelle aziende)
- Materna



# Eterosi individuale (16 diversi incroci; Bittante et al., 1993)

---

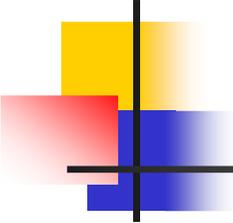
- Peso alla macellazione + 8,3 kg
- Età a 145 kg - 20,7 d
- IPG (svez.- mac.) + 34 g/d
- Resa in lombata + 0,77 %
- Lunghezza carcassa + 1 cm
- Peso spalla - 0,5 kg
- Peso lombata + 0,9 kg



# Consanguineità

---

- Spesso i caratteri a bassa ereditabilità peggiorano anche a causa della **CONSANGUINEITÀ**, che oggi appare, in particolare nelle razze a maggior pressione selettiva, eccessivamente **ALTA** in relazione al basso numero di riproduttori utilizzato.
- Da qui l'interesse nel praticare diverse forme di **INCROCIO** per cercare di migliorarli.



# Effetti della consanguineità

(Farkas et al., 2007)

---

	nidiata	scrofa	
Nati vivi	-0.164	-0.197	LW
	-0.105	-0.122	L
Durata gravidanza	0.077	-0.038	LW
	0.098	0.001	L

(i valori corrispondono ad un aumento della consanguineità della nidiata e della scrofa pari al 10%)

# TIPOLOGIE DI INCROCIO IN SUINICOLTURA: incroci aziendali

<b>NOME</b>	<b>SCHEMA</b>	<b>UTILIZZO</b>
<b>incrocio a 2 vie</b>	<b>AxB</b>	<b>produzione di suini da macello partendo da due razze pure</b>

Gli animali ottenuti non vengono utilizzati per la riproduzione.

I risultati dipendono più dalle razze utilizzate che dallo schema.

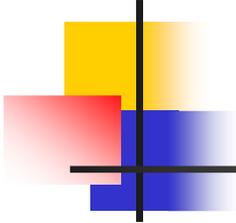
In particolare per la situazione italiana l'unica razza che fornisce un vantaggio concreto sulle razze bianche è la **Duroc** (Bittante et al., 1993; Sabbioni et al., 2002, 2004).

# TIPOLOGIE DI INCROCIO IN SUINICOLTURA: incroci aziendali

NOME	SCHEMA	UTILIZZO
incrocio a 3 vie	$Cx(AxB)$	sfruttamento delle <b>scrofe meticce</b> per produrre suini da macello (eterosi materna)
reincrocio	$Ax(AxB)$	
incrocio alternato (2 vie)	$\text{♂}Ax\text{♀}1/3A-2/3B$ $\text{♂}Bx\text{♀}1/3B-2/3A$	
incrocio a rotazione ( $\geq 3$ vie)	$\text{♂}Ax\text{♀}1/7A-2/7B-4/7C$ $\text{♂}Bx\text{♀}1/7B-2/7C-4/7A$ $\text{♂}Cx\text{♀}1/7C-2/7A-4/7B$	

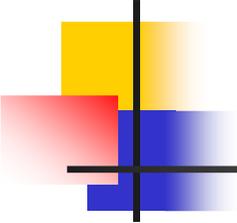
Vengono riprodotte le scrofe meticce ma gli animali ottenuti non vengono utilizzati per la riproduzione.

I risultati dipendono più dalle razze utilizzate che dallo schema.



## **PRESTAZIONI RIPRODUTTIVE DI SCROFETTE LARGE WHITE E METICCE (Gallo et al., 1989, modif.)**

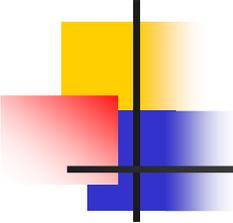
		<b>LW</b>	<b>LBxLW</b>	<b>DUxLW</b>	<b>SPxLW</b>
<b>nati vivi</b>	<b>n.</b>	<b>8.7</b>	<b>8.2</b>	<b>10.1</b>	<b>10.2</b>
<b>nati morti</b>	<b>n.</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>
<b>svezzati</b>	<b>n.</b>	<b>7.9</b>	<b>7.3</b>	<b>9.0</b>	<b>9.3</b>
<b>interparto</b>	<b>d</b>	<b>156</b>	<b>149</b>	<b>154</b>	<b>164</b>
<b>P<sub>n</sub></b>	<b>n.</b>	<b>18.5</b>	<b>17.9</b>	<b>21.3</b>	<b>20.7</b>



## INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI GENI DUROC SULLE PERFORMANCE DI CRESCITA.

<b>IPG</b>		<b>media</b>	<b>b (\$)</b>	<b>P</b>
<b>25-105 d</b>	<b>g/d</b>	<b>329</b>	<b>-9.2</b>	<b>***</b>
<b>106-170 d</b>	<b>g/d</b>	<b>544</b>	<b>-4.1</b>	<b>ns</b>
<b>171-235</b>	<b>g/d</b>	<b>787</b>	<b>-4.1</b>	<b>ns</b>
<b>236-300</b>	<b>g/d</b>	<b>777</b>	<b>6.1</b>	<b>*</b>
<b>106-300 d</b>	<b>g/d</b>	<b>707</b>	<b>-0.7</b>	<b>ns</b>

\$: variazioni ogni 10% in più di geni Duroc (Sabbioni et al., 2002)



## INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI GENI DUROC SUGLI INDICI DI CONVERSIONE

---

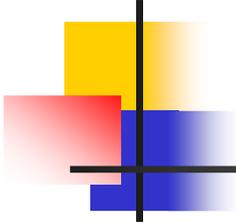
<b>ICA</b>		<b>media</b>	<b>b (\$)</b>	<b>P</b>
<b>106-170 d</b>	<b>g/kg</b>	<b>2.961</b>	<b>7.2</b>	<b>***</b>
<b>171-235 d</b>	<b>g/kg</b>	<b>3.308</b>	<b>0.4</b>	<b>ns</b>
<b>236-300 d</b>	<b>g/kg</b>	<b>3.968</b>	<b>-11.0</b>	<b>**</b>
<b>106-300 d</b>	<b>g/kg</b>	<b>3.493</b>	<b>0.8</b>	<b>ns</b>

\$: variazioni ogni 10% in più di geni Duroc (Sabbioni et al., 2002)

# INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI GENI DUROC SULLE CARATTERISTICHE DELLA CARCASSA (1)

		<b>media</b>	<b>b (\$)</b>	<b>P</b>
<b>carcassa</b>	<b>kg</b>	<b>135.64</b>	<b>-0.535</b>	<b>ns</b>
<b>resa mac.</b>	<b>%</b>	<b>79.57</b>	<b>-0.307</b>	<b>**</b>
<b>prosciutto</b>	<b>kg</b>	<b>16.36</b>	<b>-0.061</b>	<b>*</b>
<b>coppa</b>	<b>kg</b>	<b>4.35</b>	<b>0.100</b>	<b>***</b>
<b>sugna</b>	<b>kg</b>	<b>2.20</b>	<b>0.050</b>	<b>*</b>

\$: variazioni ogni 10% in più di geni Duroc (Sabbioni et al., 2002)



## INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI GENI DUROC SULLE CARATTERISTICHE DELLA CARCASSA (2)

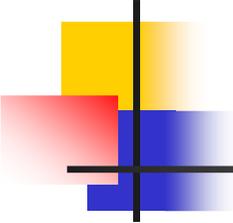
		<b>media</b>	<b>b (\$)</b>	<b>P</b>
<b>carne magra</b>	<b>%</b>	<b>47.41</b>	<b>0.046</b>	<b>ns</b>
<b>area l.d.</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>52.11</b>	<b>-0.145</b>	<b>ns</b>
<b>lungh.carc.</b>	<b>cm</b>	<b>111.48</b>	<b>-0.564</b>	<b>***</b>
<b>spess. lardo (spalla)</b>	<b>cm</b>	<b>5.63</b>	<b>0.095</b>	<b>***</b>

\$: variazioni ogni 10% in più di geni Duroc (Sabbioni et al., 2002)

# INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI GENI DUROC SUL COLORE DELLA CARNE E DEI PROSCIUTTI STAGIONATI

	CARNE			PROSCIUTTI STAGIONATI		
	media	b (\$)	P	media	b	P
L*	45.92	-0.187	*	45.23	-0.716	***
a*	8.91	-0.154	*	10.49	-0.176	ns
b*	4.74	-0.111	*	5.40	-0.146	*
pH	6.77	0.027	***	-	-	-

\$: variazioni ogni 10% in più di geni Duroc (Sabbioni et al., 2002)

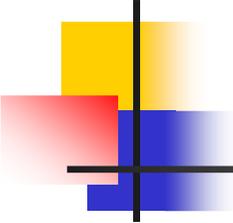


# TIPOLOGIE DI INCROCIO IN SUINICOLTURA: altri utilizzi

<b>NOME</b>	<b>SCHEMA</b>	<b>UTILIZZO IN SUINICOLTURA</b>
<b>incrocio di sostituzione</b>	<b><math>A \times [A \times (A \times B)] = &gt; A</math></b>	<b>SCARSO</b>
<b>incrocio di ritorno</b>	<b><math>B \times [A \times (A \times B)] = &gt; B</math></b>	
<b>meticciamiento</b>	<b><math>A \times B</math>; <math>AB \times AB</math>; <math>(AB \times AB) \times (AB \times AB)</math></b>	<b>creazione di nuove razze; aumento della variabilità in popolazioni selezionate e creazione di nuove combinazioni genetiche</b>

# TIPOLOGIE DI INCROCIO IN SUINICOLTURA: c.d. ibridi commerciali

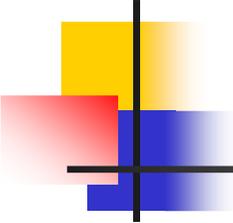
<b>NOME</b>	<b>SCHEMA</b>	<b>UTILIZZO</b>
<b>incrocio a 4 vie</b>	<b>(AxB) x (CxD)</b>	<b>produzione ibridi</b>
<b>incrocio a 8 vie</b>	<b>[(AxB)x(CxD)]x [(ExF)x(GxH)]</b>	<b>commerciali</b>



# Situazione in Italia

---

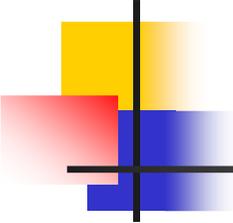
- 17 registri di moltiplicazione: 32 tipi genetici, 29 di produzione, 3 di moltiplicazione
- 6 registri selezione-moltiplicazione: 30 tipi genetici, 15 di selezione, 14 di produzione, 1 di moltiplicazione



# Qualifica: selezione

---

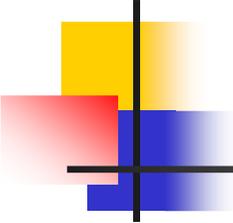
- costituiscono le linee di fondazione dello schema di ibridazione,
- sono sottoposti a valutazione genetica
- possono essere impiegati
  - per la rimonta della stessa linea
  - per la produzione di riproduttori ibridi con qualifica "Moltiplicazione"
  - per la produzione di riproduttori ibridi con qualifica "Produzione"
  - per la produzione di suini da macello



# Qualifica: moltiplicazione

---

- costituiscono i riproduttori intermedi degli schemi di ibridazione
- sono ottenuti mediante incrocio, in qualunque combinazione
  - di riproduttori di razza pura iscritti a Libri genealogici riconosciuti
  - di riproduttori delle linee di fondazione per schemi di ibridazione attuati da organizzazioni riconosciute
  - di riproduttori ibridi parimenti prodotti da organizzazioni riconosciute.
- I riproduttori ibridi con qualifica "Moltiplicazione" sono impiegati
  - per la produzione di suini riproduttori ibridi
  - per la produzione di suini da macello



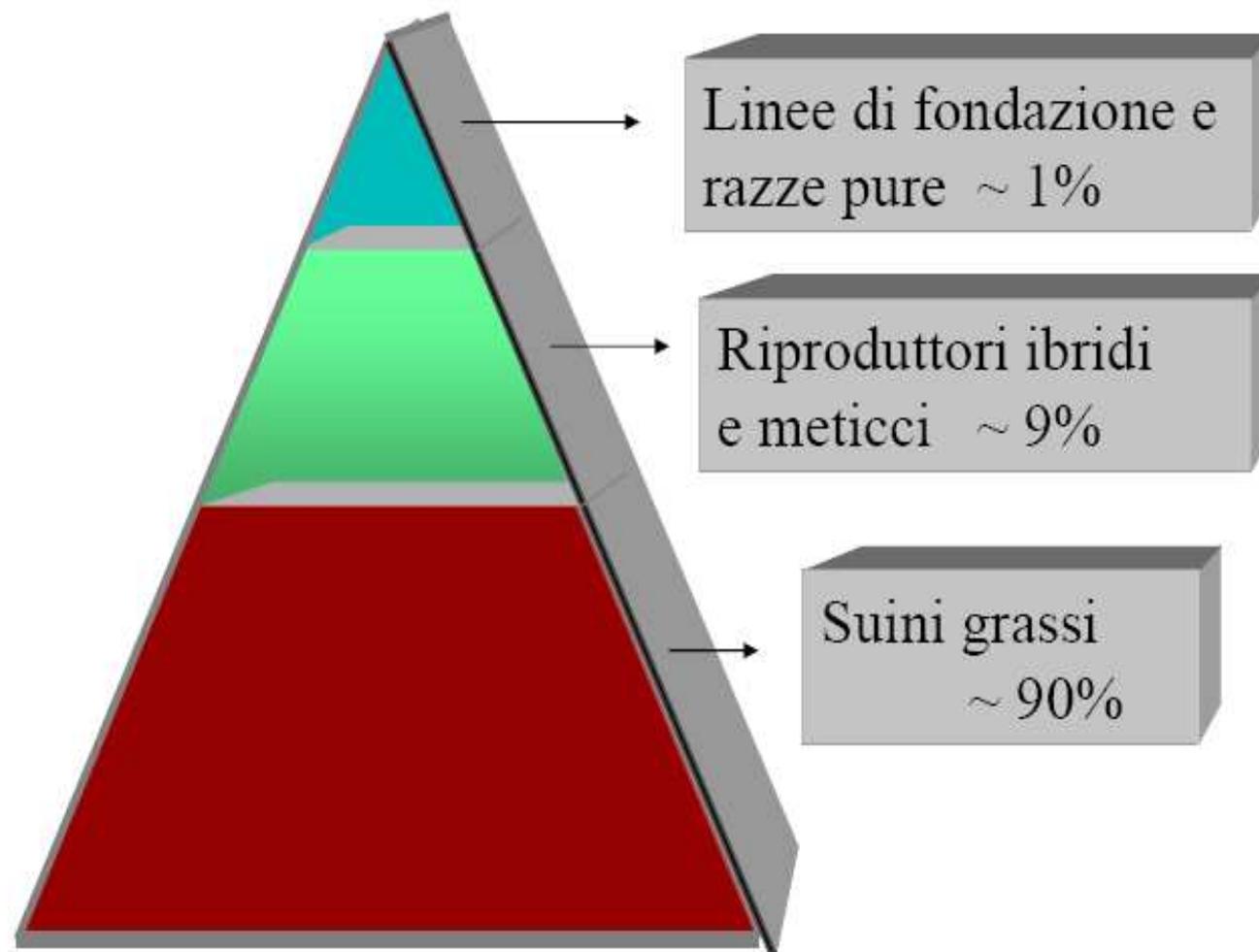
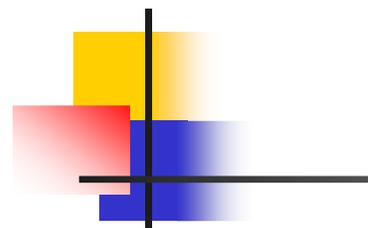
# Qualifica: produzione

---

- costituiscono i riproduttori terminali degli schemi di ibridazione e sono ottenuti mediante incrocio, in qualunque combinazione, di riproduttori di razza pura iscritti a Libri genealogici riconosciuti, di riproduttori delle linee di fondazione per schemi di ibridazione attuati da organizzazioni riconosciute, o di riproduttori ibridi parimenti prodotti da organizzazioni riconosciute. I riproduttori ibridi con qualifica produzione sono impiegati per la produzione di suini da macello secondo lo schema di produzione previsto.

## Piccoli nuclei di fondazione “trascinano” l’intera popolazione

---



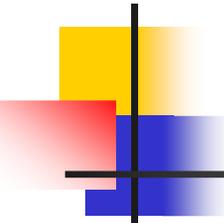
Mantova, 20 marzo 2009

# ORGANIZZAZIONE A PIRAMIDE DEL MIGLIORAMENTO GENETICO PER LA PRODUZIONE DI SUINI IBRIDI A 4 VIE

TIPO DI ALLEVAMENTO	TIPO GENETICO DEGLI ANIMALI ALLEVATI	SCOPO	PRODUZIONE O DESTINAZIONE	QUOTA DI RIMONTA	NUMERO DI SCROFE PER OGNI SCROFA PRESENTE NEI NUCLEI
nuclei di selezione	razze pure A, B, C, D (grand grand parents)	<b>selezione</b> per migliorare le linee parentali	rimonta per nuclei e per allevamenti di moltiplicazione	100	1
centri di moltiplicazione	razze pure ♂A, C, ♀ B, D (grand parents)	<b>incroci</b> AxB, CxD	scrofe e verri meticci per allevamenti di produzione	50	9
allevamenti di produzione	verri AxB scrofe CxD (parents)	<b>incrocio</b> (AxB)x(CxD) per ottenere il suino ibrido finale	suini ibridi da macello	40	90

# CARATTERISTICHE IDEALI DI VERRI E SCROFE METICCE PER INCROCI A 4 VIE

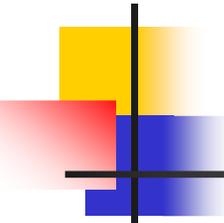
<b>LINEA MASCHILE AxB</b>	<b>LINEA FEMMINILE CxD</b>
<b>incrocio F1 di linee non imparentate (massima eterosi per la capacità di accoppiamento)</b>	<b>incrocio F1 di linee non imparentate (massima eterosi per l'efficienza riproduttiva)</b>
<b>selezione per : accrescimento, tagli magri, consumo alimento</b>	<b>selezione per efficienza riproduttiva, tagli magri, appetito</b>
<b>grande sviluppo alla maturità (rapido accrescimento, macellazione a pesi elevati)</b>	<b>sviluppo medio ridotto alla maturità (basso costo di mantenimento della scrofa)</b>
<b>esente dal gene alotano (suino pesante); portatore del gene alotano (suino leggero)</b>	<b>esente dal gene alotano</b>
<b>-</b>	<b>forte istinto materno</b>



# Prospettive per lo sviluppo degli ibridi commerciali (1)

---

- Nuove tecniche di selezione delle linee parentali:
  - **PBS** (Pure breed selection)
  - **CCPS** (Combined Crossbred and Purebred Selection): i dati fenotipici raccolti sui parenti degli incroci sono usati per la selezione delle linee pure
  - **PB-MAS** (utilizzo di markers sulle linee pure)
  - **CC-MAS** (selezione attraverso markers delle linee pure per le performance degli incroci)
  - **SELEZIONE GENOMICA**



# Prospettive per lo sviluppo degli ibridi commerciali (2)

---

- Studio di combinazioni specifiche per il mercato italiano.
  - Suino pesante
  - Suino mediterraneo.