



Melhoramento Genético em Suínos



Margarida Maia
mmaia@isa.ulisboa.pt

Melhoramento genético

- » Base das raças atualmente existentes
 - Sec. XIX
- » Princípios do melhoramento genético:
 - Uma raça pode ser melhorada por seleção progressiva e fixação das suas características
 - As características específicas de uma raça (fenótipo) são observáveis e mesuráveis
 - Fenótipo resulta da expressão do genótipo (características geneticamente transmitidas) e da influência do ambiente
 - Qualidade genética facilmente avaliada na descendência
- » Quais as características suscetíveis de melhoramento genético?
 - Tamanho
 - Composição corporal (gordura/músculo)
 - Taxa de crescimento
 - Prolificidade
 - Eficiência alimentar

Melhoramento genético

» Principais objetivos

Melhoramento genético animal

- Aumento da diversidade genética
- Aumento do património genético
- Criação de novas linhas ou raças

Objetivos de seleção

- Características reprodutivas
- Qualidade da carne
- Eficiência de crescimento

» Seleção genética

- Efeitos genéticos aditivos

» Cruzamentos

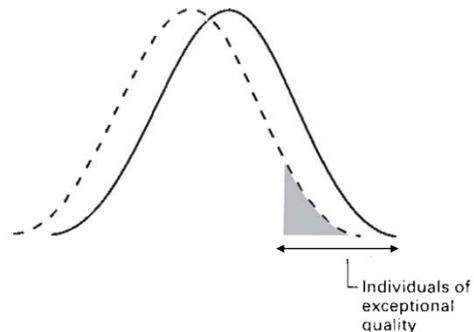
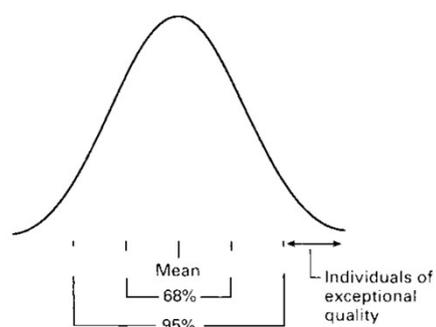
- Efeitos genéticos não aditivos

» Principais estratégias

- Utilização da heterose (vigor híbrido)
- Incorporação ou introgressão de novos genes de raças diferentes
- Seleção positiva para características de uma população da raça

Estratégias de melhoramento genético

» Dentro de uma mesma população, o nível com que um carácter é expresso varia entre animais



Estratégias de melhoramento genético

- » O fenótipo (P) do porco é a combinação do seu genótipo (G) e do ambiente (E)

$$P = G + E$$

sendo a variação observada entre indivíduos numa população (σ^2_P) causado pela variação genética (σ^2_G), variação ambiental (σ^2_A) e interação entre a variação genética e ambiental (σ^2_{GE})

$$\sigma^2_P = \sigma^2_G + \sigma^2_E + \sigma^2_{GE}$$

- » O genótipo (G) é a combinação de genes aditivos (A) e não aditivos, i.e., dominantes (D) e interação (I)

$$G = A + D + I$$

sendo a variação genética (σ^2_G) a soma da variação dos genes aditivos (σ^2_A) e não aditivos (σ^2_D, σ^2_I)

$$\sigma^2_G = \sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_I$$

- » A heritabilidade (h^2) é a proporção da variação fenotípica explicada pela variação genética aditiva

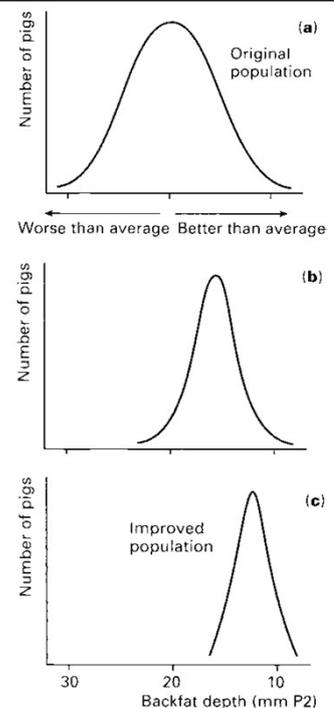
$$h^2 = \sigma^2_A / \sigma^2_P$$

Estratégias de melhoramento genético

- » Melhoramento genético conseguido por seleção fenotípica de características com heritabilidade
 - A extensão do melhoramento genético (resposta (R)) depende da heritabilidade e da superioridade dos progenitores relativamente à média da população (S)

$$R = h^2 \times S$$

- » Exemplo da espessura do toucinho
 - Heritabilidade = 0,5
 - Média da população = 14 mm
 - Fenótipo materno = 12 mm
 - Fenótipo paterno = 10 mm
 - Espessura do toucinho esperada na descendência?
 - Superioridade dos pais = 3 mm
 - Fenótipo esperado = $14 - (3 \times 0,5) = 12,5$ mm



Eficiência das estratégias de melhoramento genético

Progresso genético mais eficiente se:

- » Variação ambiental for reduzida
 - Seleção de determinadas características num único local, sob condições ambientais controladas
- » Seleção de grupo restrito de indivíduos superiores selecionados
 - Aumento da superioridade relativamente à média da população
 - Aumento da resposta parental e da intensidade de seleção
 - Efeitos diferenciados entre linha paterna e linha materna
 - Linha paterna:
 - Elevada intensidade de seleção com núcleo restrito de varrascos superiores
 - Grande número de descendentes
 - Linha materna
 - Menor intensidade de seleção
 - Maior número de fêmeas necessárias por exploração que machos
 - Necessidade de reposição de futuras reprodutoras

Eficiência das estratégias de melhoramento genético

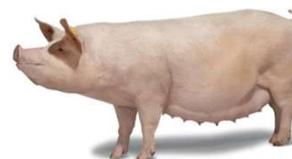
Progresso genético mais eficiente se:

- » Aumento do tamanho da população reprodutora
 - Permite aumentar a variação do fenótipo e selecionar indivíduos superiores
 - Promove a intensidade da seleção sem aumentar a endogamia
 - Aumenta a disseminação de genes melhorados para grandes futuras reprodutoras
- » Maior variação dentro da população
 - Quanto menor for a distância entre a média populacional e os indivíduos superiores, maior a dificuldade em melhorar
- » Curto intervalo geracional
 - Quanto mais curto for o intervalo entre gerações, mais rápida será a taxa de mudança genética
- » Endogamia
 - Rápida fixação dos caracteres na geração seguinte
 - Efeitos muito negativos nos parâmetros reprodutivos da raça

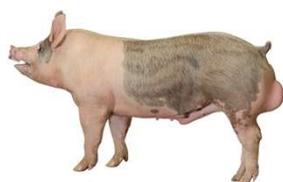
Estratégias de melhoramento genético

- » Raças / Linhas puras
 - Apuramento ou estabelecimento de uma raça
 - Pequenas produções
 - Regimes extensivos
- » Raças / Linhas sintéticas
 - Base dos sistemas de produção intensiva modernos
 - Variedades resultantes de cruzamentos
 - Desenvolvidas e usadas em programas de seleção genética
 - Nomes comerciais em vez de raças

DanBred Hybrid



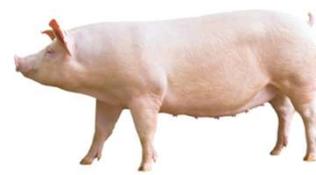
PIC®800



PIC®359



PIC®327



PIC Camborough®

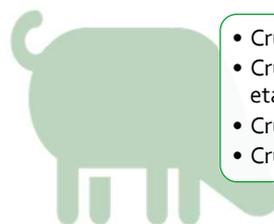
Cruzamentos genéticos

Ferramenta do
melhoramento genético



Cruzamento
de absorção

Eficiência de produção
de carne

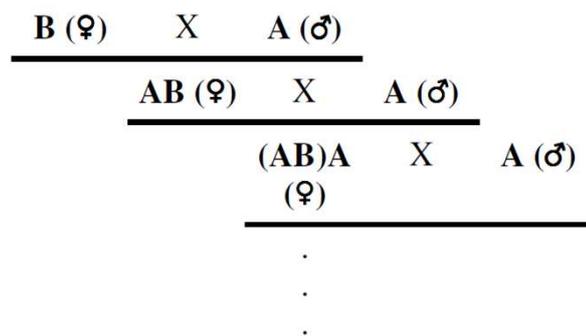


- Cruzamento simples
- Cruzamento a duas etapas
- Cruzamento rotativo
- Cruzamento alternado

Cruzamentos genéticos

- » Cruzamentos como ferramenta do melhoramento genético animal

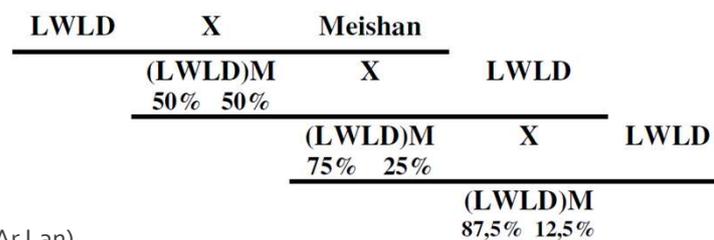
Cruzamento de absorção



Cruzamentos genéticos

- » Cruzamentos como ferramenta do melhoramento genético animal

Novas linhas

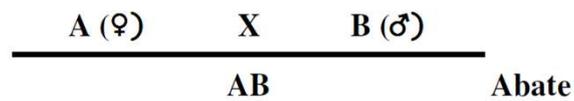


- » Linha Naima (Pen Ar Lan)

Cruzamentos genéticos

- » Cruzamentos para melhoria da eficiência da produção de carne

Cruzamento simples

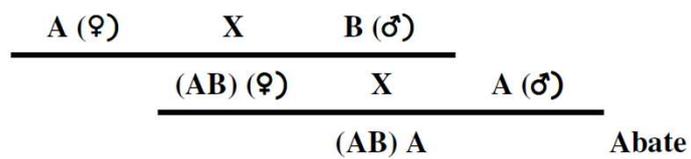


Cruzamentos genéticos

- » Cruzamentos para melhoria da eficiência da produção de carne

Cruzamento a duas etapas

- » Retrógrado

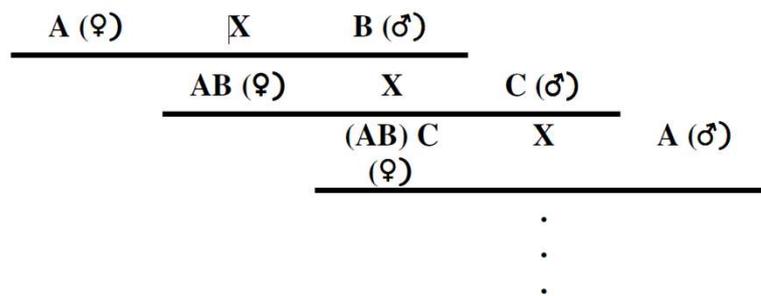


Cruzamentos genéticos

- » Cruzamentos para melhoria da eficiência da produção de carne

Cruzamento rotativo

- » Três raças

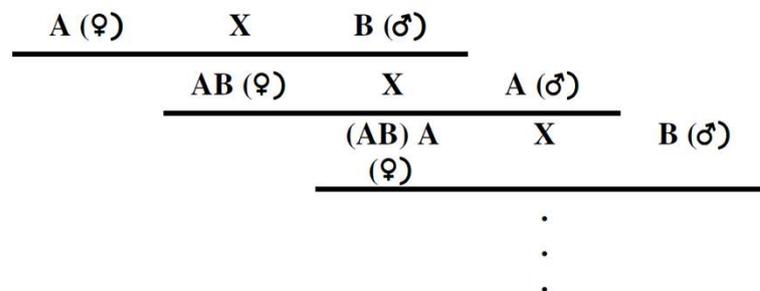


Cruzamentos genéticos

- » Cruzamentos para melhoria da eficiência da produção de carne

Cruzamento alternado

- » Duas raças



Vigor híbrido

- » A heterose permite tirar partido de efeitos genéticos em características particulares
 - Apenas efeitos genéticos não aditivos e interação
- » Requer repetição do cruzamento entre raças ou linhas em todas as gerações
- » Fenómenos de heterose em suínos estão maioritariamente associados a características reprodutivas, de baixa heritabilidade
 - Não exclusivamente

Qual o melhor cenário?
Em que parâmetros há heterose?

Table 6.1. Performance of three pure-breds and two cross-breds showing the presence and absence of heterosis (hybrid vigour) in the cross-bred: (a) progeny superior to average of the parents, (b) progeny superior even to the better parent.

	Growth rate (g/day)	Litter size (numbers born)	Ham size (1–5 score)
<i>Case 1:</i> Pure-bred (Landrace type A)	650	10	3
<i>Case 2:</i> Pure-bred (Landrace type B)	700	9	4
<i>Case 3:</i> Pure-bred (Large White)	750	11	3.5
<i>Case 4:</i> Cross-bred (Large White × Landrace B)	725	10.75 ^(a)	3.75
<i>Case 5:</i> Cross-bred (Large White × Landrace A)	700	12 ^(b)	3.25

Vigor híbrido

- » Ninhada F1 maior e mais vigorosa em comparação com as linhagens de raça pura
- » Usar porcas F1 como reprodutoras aumenta ainda mais o desempenho devido às melhores características reprodutivas

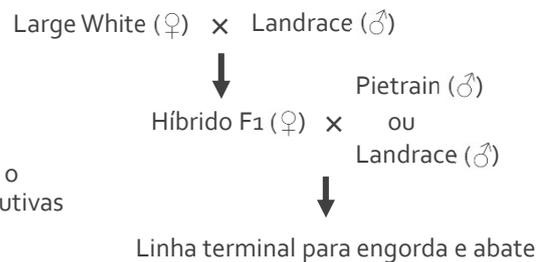


Table 6.2. Effect of cross-breeding upon reproductive performance.

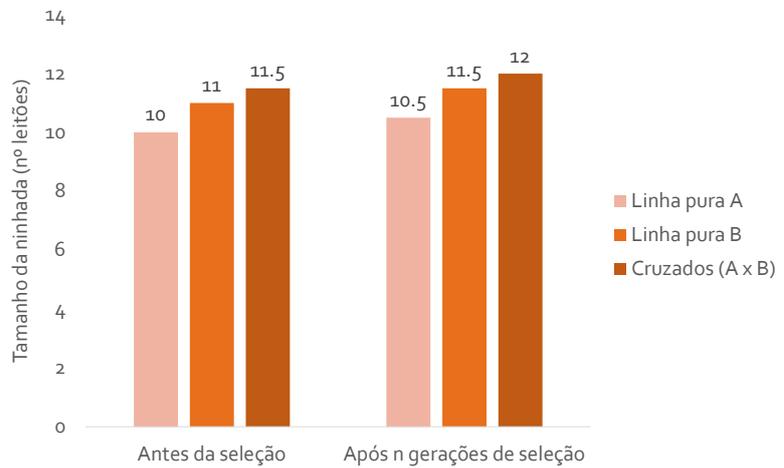
	Percentage improvement over pure-bred for pigs weaned/dam/year
First cross	5–10
Back-cross or three-way cross ¹	10–15

¹ Using the F1 as the dam and a third breed as the sire.

Vigor híbrido

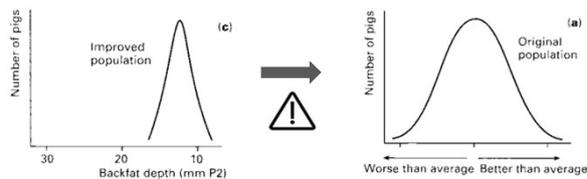
Linhas puras ou cruzados?

- » Ganhos não são progressivos
 - Mantêm-se relativamente constante ao longo de gerações
- » Necessário manter e melhorar as linhas puras
- » Necessário produzir F₁ cruzadas para manter o ganho da heterose



Vigor híbrido

- » Se cruzar F₁ com outras raças melhora as características da descendência, porque não cruzar F₁ entre si?
 - Perda da heterose
 - Se as linhas paterna e materna foram heterozigóticos apenas 50% da descendência manterá o vigor híbrido
 - Grande variabilidade da descendência
 - 25% linha pura A, 50% cruzados (AB), 25% linha pura B



Fêmeas cruzadas F₁ nunca podem ser usadas para repor as reprodutoras
 Machos cruzados F₁ nunca são usados como linha paterna das mesmas raças

Puro A x Puro B

	B	B
A	AB	AB
A	AB	AB

F₁ x F₁

	A	B
A	AA	AB
B	AB	BB

Vigor híbrido

- » Todas as características podem ser melhoradas por heterose?

		Heritability
Características com baixa heritabilidade, muito influenciadas pelo ambiente	<i>Reproductive characters (lowly heritable)</i>	
	Ovulation rate	0.10–0.25
	Embryo survival	0.10–0.25
	Numbers born	0.10–0.20
	Survivability of the young	0.05–0.10
	Readiness to rebreed	0.05–0.10
	Milk yield	0.15–0.25
	Milk quality	0.30–0.50
Longevity	0.10–0.20	
Características com alta heritabilidade, pouco influenciadas pelo ambiente	<i>Growth and carcass quality characters (moderately heritable)</i>	
	Daily live weight gain	0.30–0.60
	Lean tissue growth rate	0.40–0.60
	Appetite	0.30–0.60
	Backfat depth	0.40–0.70
	Carcass length	0.40–0.60
	Eye muscle area	0.40–0.60
	Ham shape	0.40–0.60
	Meat quality	0.30–0.50
	Flavour	0.10–0.30

Vigor híbrido

Heterose materna

- » Características reprodutivas
- » Prolificidade

	Unidades	%
Ninhada ao nascimento	+ 0,7	6
Ninhada ao desmame	+ 0,8	9
Taxa sobrevivência no aleitamento	+ 2	2
Peso individual ao desmame (kg)	0	0
Peso da ninhada ao desmame (kg)	+ 8	10
Idade aos 100 kg (dias)	0	0
IC até aos 100 kg	0	0
Composição corporal	0	0

Vigor híbrido

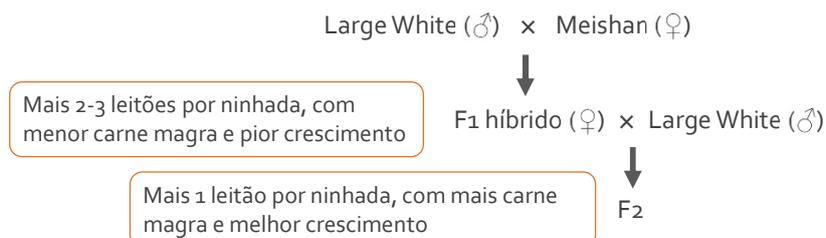
Heterose paterna

- » Líbido
- » Qualidade do sémen
- » Vigor no crescimento

	Unidades	%
Ninhada ao nascimento	+ 0,2	2
Ninhada ao desmame	+ 0,5	6
Taxa sobrevivência no aleitamento	+ 3	4
Peso individual ao desmame (kg)	+ 0,5	5
Peso da ninhada ao desmame (kg)	+ 9	12
Idade aos 100 kg (dias)	- 10	5
IC até aos 100 kg	- 0,06	2
Composição corporal	0	0

Incorporação de novos genes

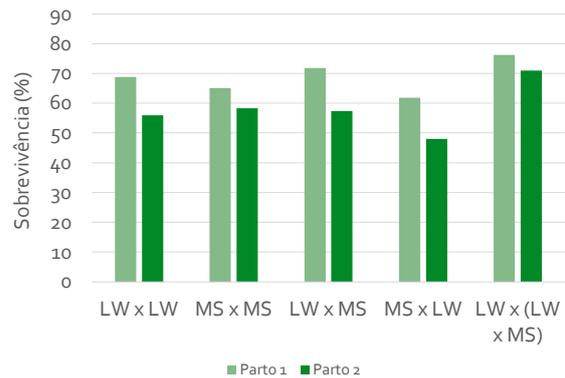
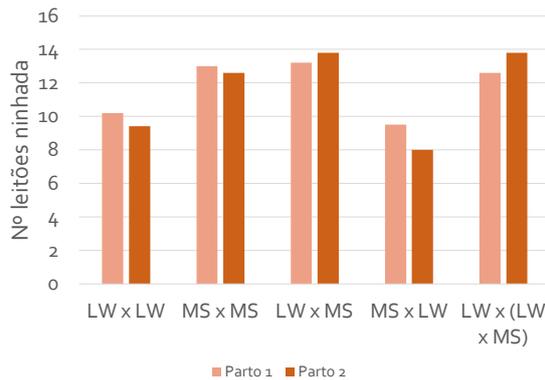
- » Incorporação de genes por cruzamento de raças com consequente seleção para reter apenas os genes (características) de interesse
 - Cruzamento de absorção / retrógrado
- » Meishan muito usada para aumentar a prolificidade de raças Europeias e Americanas
 - » Geração F1 com mais leitões mas mais gordos e com pior IC e GMD
 - » Cruzamento retrógrado permite melhorar a performance da ninhada F2, mantendo a maior prolificidade



Incorporação de novos genes

» Avaliação de características reprodutivas de linhas puras (Large White e Meishan), F1 cruzados e F2 retrocruzados

- Macho x Fêmea



Seleção positiva para caracteres de interesse

» Seleção para características de interesse com recurso à seleção de progenitores excecionais

- Deslocar a média da população na direção pretendida
- Resposta dependente da heritabilidade e da intensidade de seleção

» Seleção feita predominantemente com recurso à linhagem paterna

- Machos selecionados em baixa número e com elevada seleção diferencial
 - Tipicamente menos de 10% da população (menos de 1% se for usada inseminação artificial)
- Fêmeas selecionadas em grande proporção e com baixa seleção diferencial

» Curto intervalo de gerações maximiza a resposta

- Substituição frequente do macho usado

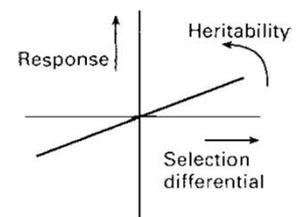
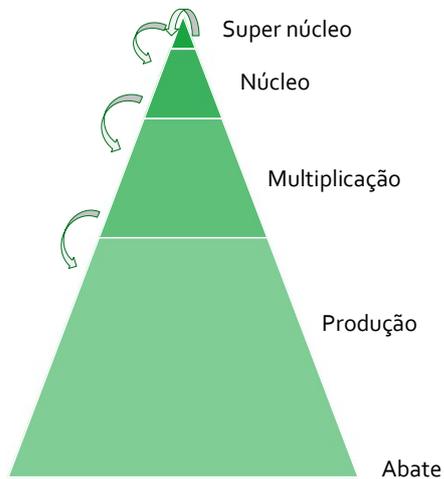


Fig. 6.10 Maximisation of selection differential and heritability will maximise response. The better the parents, the better the response; the higher the heritability, the better the response for any given selection differential.

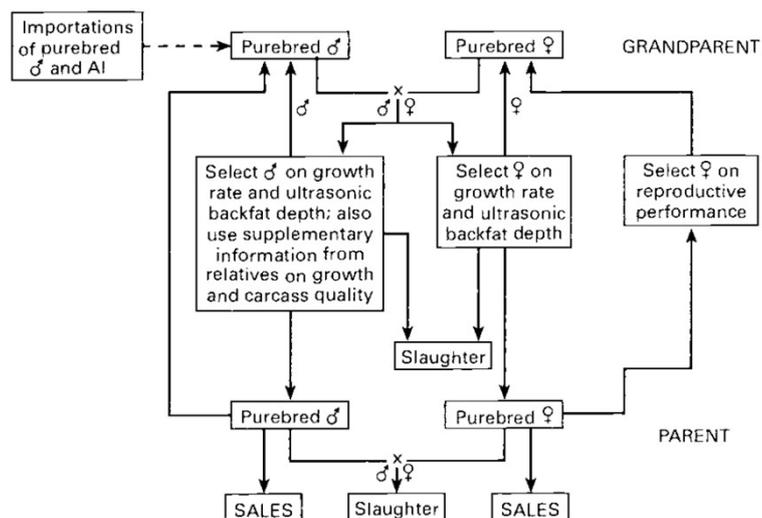
Estrutura da criação e difusão do progresso genético



- » Estrutura piramidal
- » Unidades de Seleção
 - Super núcleo
 - Testes e seleção genética dos indivíduos de mérito elevado de cada raça
 - Produção dos *Grand Grand Parents*
 - Núcleo
 - Produção dos *Grand Parents*
 - Diferentes núcleos dispersos
- » Unidades de Multiplicação
 - Produção dos *Parents*
 - Multiplicação em grande número para venda
- » Unidades de Produção
 - Recebem e cruzam linhas puras ou híbridas para produção de animais para abate

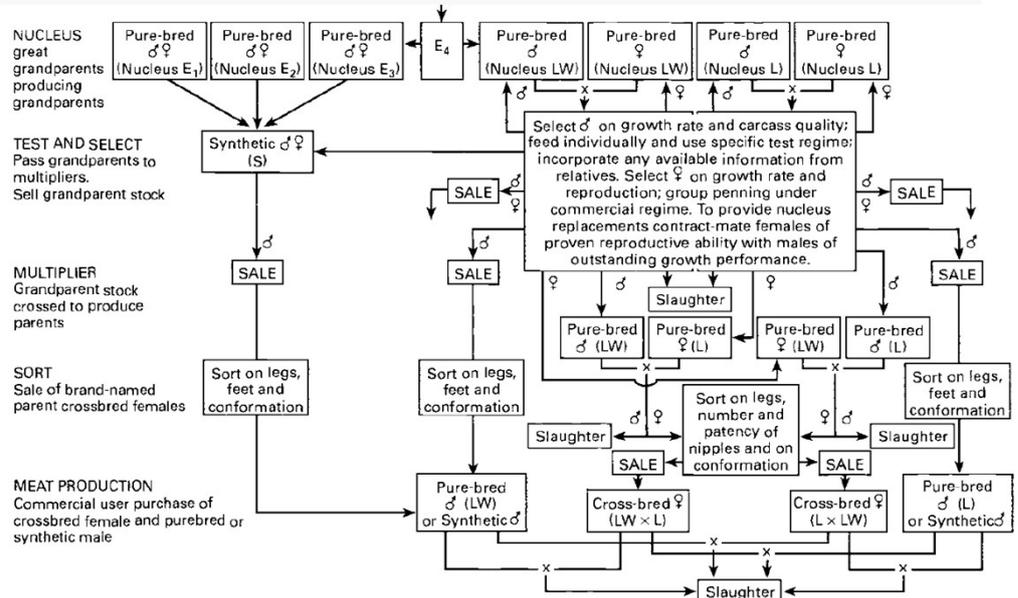
Esquemas de reprodução

- » Pequenas empresas com núcleo independente de reprodutores



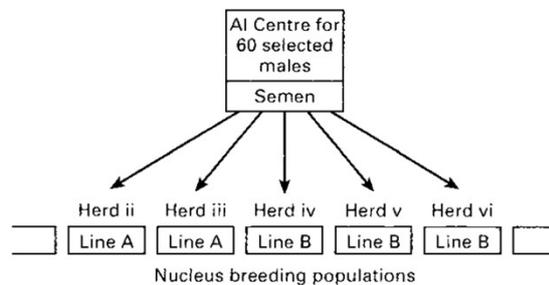
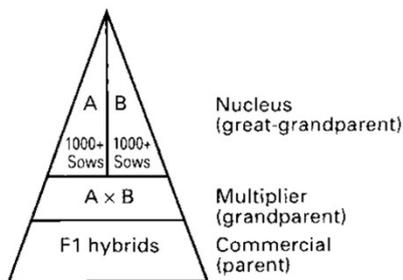
Esquemas de reprodução

» Grandes empresas de seleção de reprodutores



Esquemas de reprodução

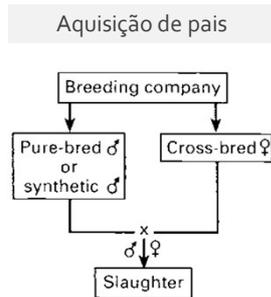
» Grandes empresas de seleção de reprodutores



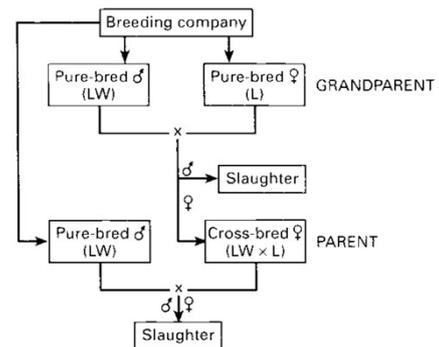
Esquemas de reprodução

» Explorações comerciais de produção

- Sem núcleo reprodutor na exploração
- Com compra de progenitores



Aquisição de avós



Esquemas de reprodução

» Explorações comerciais de produção

- Com núcleo reprodutor na exploração

