

Alguns conceitos importantes em Melhoramento Genético Animal

Dra. Patricia Tholon

Agosto - 2016

Melhoramento Animal

» Conceito

Melhoramento Zootécnico

É o aperfeiçoamento da produção animal de maior interesse para o homem. Existe uma interação entre genótipo e Ambiente, portanto o **fenótipo** é o resultado da ação do **genótipo** mais o **meio ambiente** e suas **interações**.

$$P = G + E + I_{GE}$$

1) IDENTIFICAR O SISTEMA

**Melhorar o animal dentro do sistema
em que ele vai viver**

2) DEFINIR OS OBJETIVOS

3) IDENTIFICAR OS MELHORES ANIMAIS – seleção

4) USAR INTENSAMENTE OS ANIMAIS SELECIONADOS COMO “TOP”

Se deixar todo o rebanho reproduzir o ganho genético será zero.

Melhoramento Animal

» Conceito

Melhoramento Genético

Processos para mudar na **direção desejada** a composição genética dos animais. Tem como principal função a utilização da **variação genética**, atuando no sentido de **alterar a frequência dos genes** na **população**.

Melhoramento Animal

O **genótipo** não é passado, mas sim **segregado** durante a meiose.

O que são **passados** são os **genes**

GENÓTIPO = COMBINAÇÃO

Melhoramento Animal

VALORES GENÉTICOS

Diferença ESPERADA na Progenie - DEP

- ESTIMATIVA de metade do valor genético do indivíduo
- São apresentadas na unidade de medida da característica
- É uma medida relativa:

Melhoramento Genético Animal

Diferença ESPERADA na Progenie - DEP

- ESTIMATIVA de metade do valor genético do indivíduo
- São apresentadas na unidade de medida da característica
- É uma medida relativa:

DEP é a diferença esperada entre o desempenho médio dos filhos de um touro e o desempenho médio dos filhos de outro touro, dado que todos os outros fatores sejam iguais.

Melhoramento Genético Animal

Diferença ESPERADA na Progenie – DEP

Touro	DEP GND	Acurácia
A	+9,94	0,89
B	+6,50	0,76
C	+5,30	0,93
D	+7,70	0,98

Nesta situação, a média da progênie do touro A deve ser superior às médias das progênies dos outros touros em:

+3,44 kg em relação a B

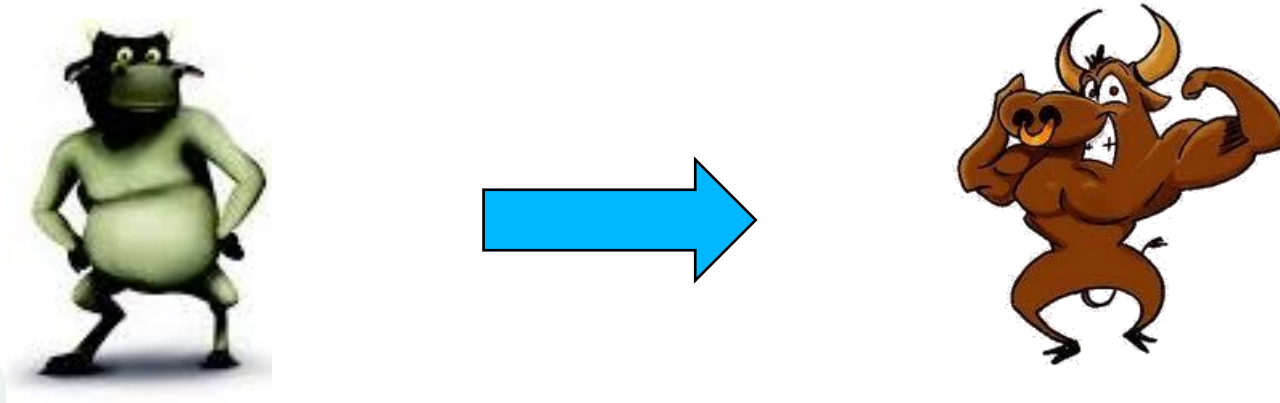
+4,64 kg em relação a C

+2,24 kg em relação a D

Melhoramento GENÉTICO Animal

» Conceito

É possível melhorar o Animal?



Melhoramento Genético

» Conceito

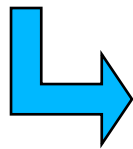
POPULACIONAL



VARIAÇÃO

...

GERAÇÕES



REPRODUÇÃO



Melhoramento Genético Animal

Considere dois touros com o mesmo valor de DEP para peso ao sobreano de +10 kg.

Touro A

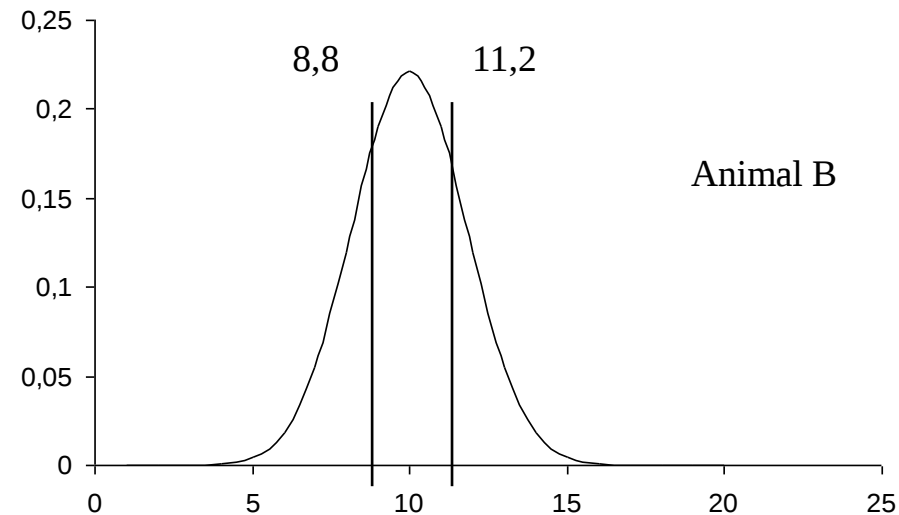
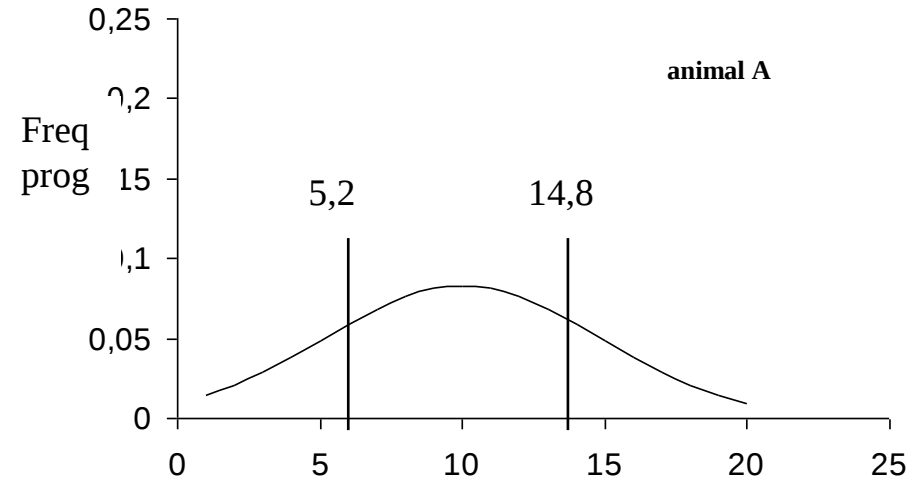
AC de 0,20

IC +5,2 a +14,8 kg

Touro B

AC de 0,80

IC +8,8 a +11,2 kg



Melhoramento Genético

» Estratégias

» Ação Gênica

Aditiva

Não Aditiva

Melhoramento Genético

- » Estratégias
 - » Ação Gênica

Aditiva

?

Não Aditiva

?

Melhoramento Genético

- » Estratégias
 - » Ação Gênica

Aditiva

Não Aditiva

SELEÇÃO

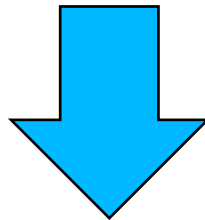
CRUZAMENTO

Melhoramento Genético

- » Estratégias
 - » Ação Gênica

Aditiva

Não Aditiva



Herdabilidade

Melhoramento Genético

» Herdabilidade (h^2)

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

Parâmetro da **CARACTERÍSTICA**
obtido a partir de dados dos animais

- Varia de 0 a 1, ou de 0% a 100%;
- $h^2 = 0$, toda a variação depende de fatores não genéticos;
- h^2 baixa;
- h^2 alta;
- $H^2 = 1$, herdabilidade máxima, a variação total do fenótipo depende apenas dos genes;
- h^2 varia de acordo com a espécie do animal, o local, e o tempo;
- h^2 só é válida para as condições as quais foram estimadas.

Melhoramento Genético

» Para que serve a **herdabilidade**?????

- Define as **estratégias** de melhoramento;
- Dá uma idéia da **velocidade e expectativa** de ganhos genéticos;
- Fornece o valor da **acurácia**.

- ✓ Precisão dos dados medidos
- ✓ Pedigree + dados incompletos
 - ✓ Tratamento preferencial
 - ✓ Controle seletivo
- ✓ Fatores de correção para efeitos ambientais
- ✓ Informação correta dos grupos de manejo e GC
 - ✓ Laços genéticos entre GC
 - ✓ Correlações utilizadas
 - ✓

PROGRESSO OU GANHO GENÉTICO (ΔG)

Diferença entre a média da progênie dos pais selecionados e a média do rebanho antes da seleção.

$$\Delta G_a = \frac{(\text{Precisão da Seleção}) (\text{Intensidade de Seleção}) (\text{Variação Genética})}{(\text{Intervalo de Geração})}$$

PREDIÇÃO DO GANHO GENÉTICO DEPENDE:

- 1) Do grau de exatidão com que selecionamos os animais – **ACURÁCIA**;
- 2) Intensidade de seleção;
- 3) Variação genética existente na população;
- 4) Intervalo de gerações

Intervalo Médio de gerações

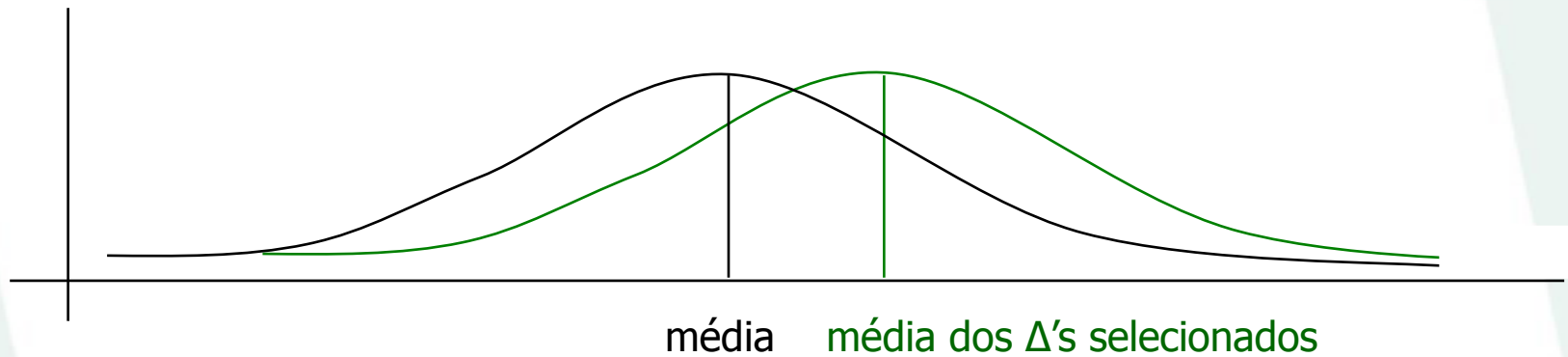
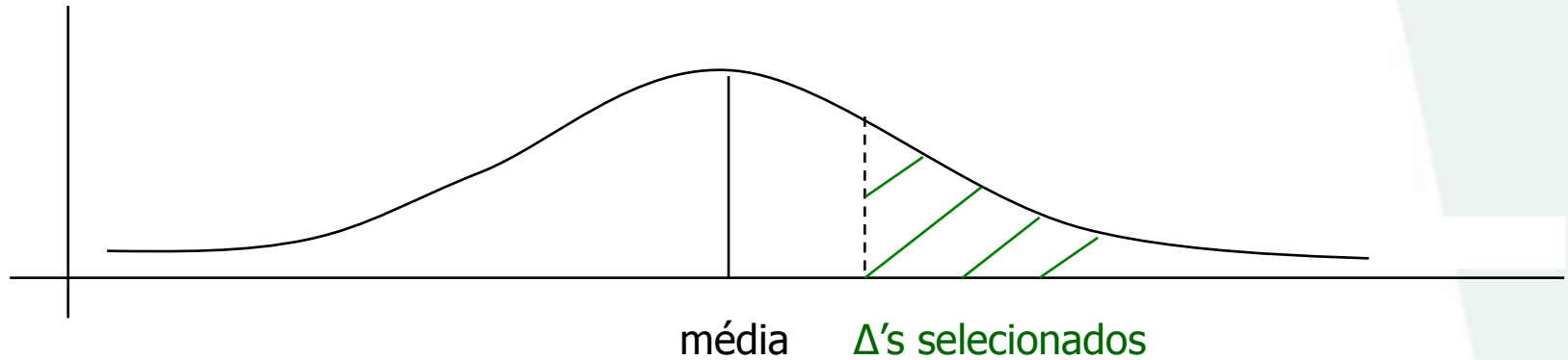
Idade média dos pais quando os filhos nascem

Categorias	Machos	Fêmeas
Bov. corte	3-6	4-6
Bov. Leiteiros	3-7	4-5
Ovinos	2-3	4-5
Suíños	1,5-2,5	1,5-2,5
Aves	1-1,5	1-1,5
Equinos	8-12	8-12

AUMENTO DO ΔG

- Aumentar a acurácia;
- Aumentar a intensidade de seleção;
 - Poucas características
 - Aumentar a eficiência reprodutiva
 - Diminuir a taxa de reposição
- Diminuir o intervalo de gerações;
 - Diminuir a idade ao primeiro parto
 - Diminuir o intervalo entre partos
 - Menor permanência dos animais no rebanho (↑ taxa de reposição)

PROGRESSO OU GANHO GENÉTICO (ΔG)



Ganho Genético



Histórico do Melhoramento Genético de Bovinos de Corte no Brasil



- ✓ Introdução dos bovinos no Brasil: 1530;
- ✓ Raças da península Ibérica;
- ✓ Formação do tipo crioulo: Mocha Nacional, Caracu, Pantaneiro, Curraleiro (“Pé-Duro”);
- ✓ Raças Britânicas no sul;
- ✓ Final do séc XIX no triângulo mineiro – Zebu;
- ✓ Formação das raças Indubrasil e Tabapuã;

- ✓ Raças Nativas absorvidas por cruzamentos;
- ✓ Maior importância: Gir, Guzerá e Indubrasil.
- ✓ Anos 50 e 60: lenta evolução do Zebu;
- ✓ Grande rigor estético auge das exposições “seleção para o tipo”;
- ✓ Cruzamentos desordenados – desaparecimento de raças indianas introduzidas;

- ✓ Anos 70: mudança de orientação – criação de gado “puro” das raças: Gir e Guzerá e Nelore / fixação e melhoramento do Indubrasil;
- ✓ Seleção para peso corporal – impossibilidade de identificar animais precoces;

Ganho Genético

- » Seleção por peso ocasionou
- » incremento na taxa de crescimento e pesos em quase todas idades;
- » incremento no peso ao nascer e dificuldades de parto;
- » incremento no peso maduro de vacas e nos custos de manutenção;
- » redução da performance reprodutiva

Garrick & Enns (2003)

- ✓ Hoje – animais de ciclo curto, porte médio, equilibrados e com características desejáveis de carcaça.

Progresso Genético



precoce ← tardio

Progresso Genético



Idade ao abate: 30 → 21 meses

Progresso Genético



Taxa de desfrute: 20 ➡ 35%

Progresso Genético



Aumentar eficiência produtiva sem aumentar exigência de manutenção

“Antes de ser melhorista um técnico deve conhecer os fatores de ambiente que afetam a produção”

HENDERSON

**Conhecer os fatores de ambiente que afetam a produção para
... PLANEJAMENTO**



GENÉTICA NÃO SUBSTITUI AMBIENTE

Componente genético determina o sistema de produção que pode ser utilizado!” (Hill, 2001)

Qualidade da Avaliação Genética

Comparar animais com diferentes oportunidades da forma mais justa possível!

$$\text{DESEMPENHO} = \text{VALOR GENÉTICO} + \text{AMBIENTE} + \text{I G} \times \text{E} + \text{RESÍDUO}$$

Causa	Animal A	Animal B	Animal C
Ganho de Peso do nascimento ao sobreano	400	320	370
Valor genético aditivo	10	20	40
Ambiente	200	110	100
Genética x Ambiente	40	40	40
Resíduo	150	150	150

Qual é o melhor animal para GNS? O que em média produzirá os melhores descendentes...

GRUPO CONTEMPORÂNEO

Grupo de animais submetidos a ambientes semelhantes durante um período com respeito a uma determinada característica e que podem ser comparados com justiça.

Nascidos e criados na mesma fazenda

Nascidos no mesmo ano

Nascidos na mesma época (estação)

Do mesmo sexo

Foram manejados da mesma forma (mesmo Grupo de Manejo)

Avaliados no mesmo dia

GRUPO CONTEMPORÂNEO

Exemplo de GC para GMD até a desmama

Fazenda

Retiro (ou pasto)

Grupo de manejo

Sexo

Ano e estação de nascimento

Data de desmama

Exemplo de GC para GMD no sobreano

Grupo contemporâneo à desmama

Fazenda

Retiro (ou pasto)

Grupo de manejo pós-desmama

Data de pesagem ao sobreano

CONECTABILIDADE

TOURO								
GC	1	2	3	4	5	6	7	8
1	X			X				
2			X					X
3		X				X	X	
4		X				X	X	
5	X							
6					X			X
7	X			X				

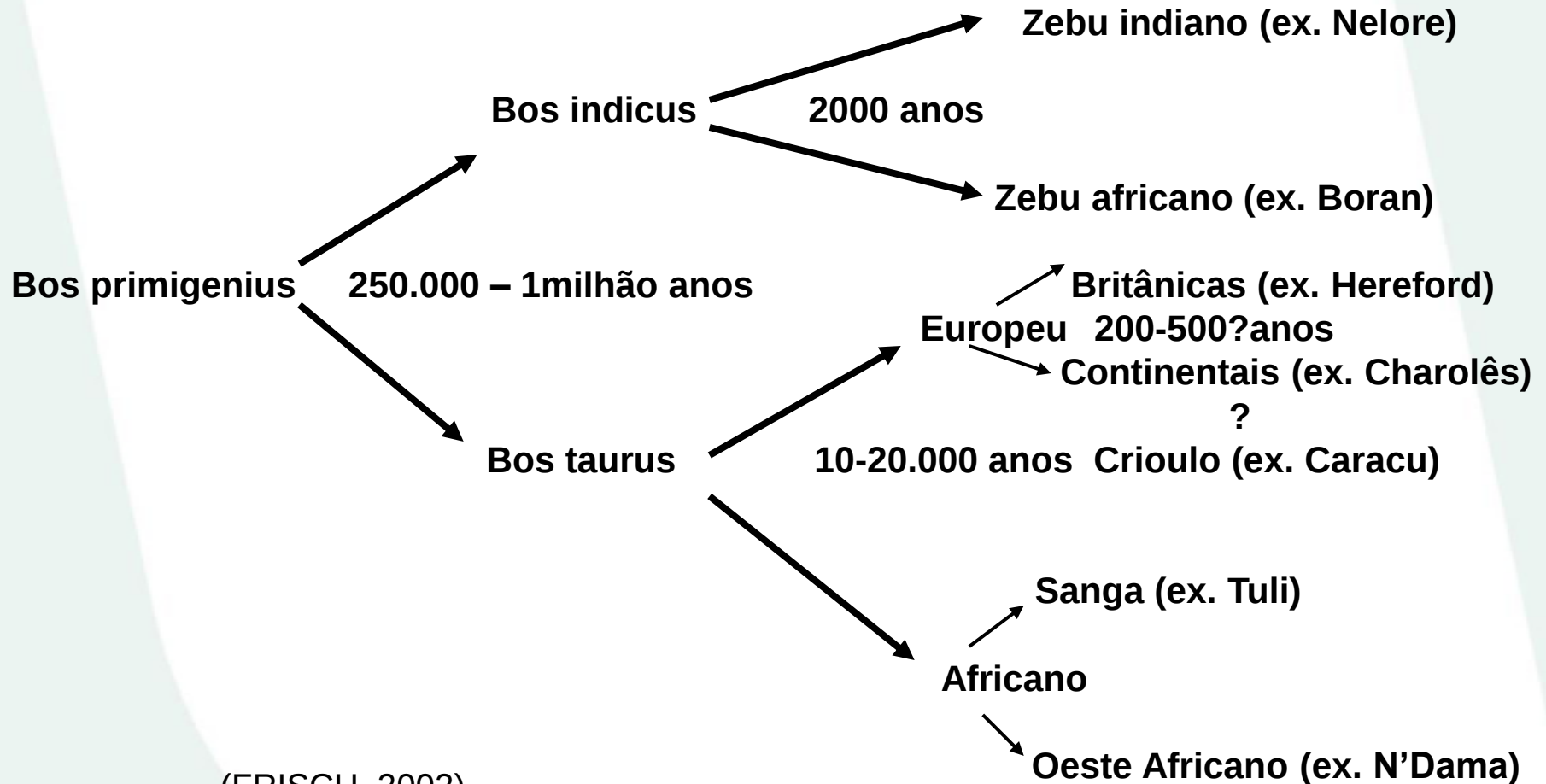
E os CRUZAMENTOS!!!

Cruzamentos



Acasalamento de animais pertencentes a raças distintas.

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DE ALGUNS GRUPOS DE RAÇAS BOVINAS



(FRISCH, 2002)

“A disponibilidade de um grande número de raças, biologicamente diferentes, pode ser usado no sentido de adequar tipo de animal e ambiente para **aumentar a produtividade dos sistemas de produção.**”

Conceitos

- ✓ Acasalamento de animais pertencentes a raças distintas.
- ✓ Ação gênica não aditiva: não passa do F_1 pro F_2 .
- ✓ **Heterozigose** (Conceito estatístico): % de genes alelos em um mesmo locus provenientes de raças distintas.

Heterozigose

ANIMAIS PUROS = 0%

ANIMAIS F1 = 100% [A x B, (A x B) X C...]

Exemplo 1: cruzamento entre FÊMEAS europeu (E) e MACHOS meio sangue europeu-zebu ($\frac{1}{2}$ E $\frac{1}{2}$ Z)

Cálculo da Heterozigose

♀ \ ♂	$\frac{1}{2}$ E	$\frac{1}{2}$ Z
1 E	$\frac{1}{2}$ EE	$\frac{1}{2}$ EZ
0 Z	0 ZE	0 ZZ

$$H = (1 - \frac{1}{2}) \times 100 = 50\%$$

Heterozigose

Exemplo 2: cruzamento entre FÊMEAS 3/8 Angus (A), 1/4 Hereford (H), 3/8 Nelore (N) e MACHOS 1/2 Angus (A), 1/4 Hereford (H), 1/4 Nelore (N).

Cálculo da Heterozigose

♀ \ ♂	1/2 A	1/4 H	1/4 N
3/8 A	3/16 AA	3/32 AH	3/32 NA
1/4 H	1/8 HA	1/16 HH	1/16 HN
3/8 N	3/16 NA	3/32 NH	3/32 NN

$$H = [1 - (3/16 + 1/16 + 3/32)] \times 100 = 65,6\%$$

Heterose: Superioridade da progênie cruzada em relação às raças paternas puras. E depende de:

- ✓ Característica avaliada;
- ✓ Distância genética das raças envolvidas;
- ✓ Nível de heterozigose materna e individual;
- ✓ Frequências gênicas específicas dos rebanhos e animais utilizados;
- ✓ Interações com o ambiente.

E então? Devo maximizar heterose ou heterozigose?

Cruzamento Terminal (Industrial)

♀ zebu x ♂ britânico

F_1 ½ sangue ➔ ♂s e ♀s para o abate

- 😊 Facilidade de manejo (2 grupos)
- 😞 Não aproveita a superioridade da ♀ mestiça.

Cruzamento Maternal e Terminal (Tricross)

♀ zebu x ♂ britânico

F_1 ½ sangue ➔ ♂s para o abate

♀s F_1 x ♂ continental ➔ ♂s e ♀s para o abate

😊 Aproveita a superioridade da ♀ mestiça.

☹ Complica o manejo ➔ maior custos com mão de obra.

Cruzamento Absorvente

♀ raça A x ♂ raça B ➔ abate ♂ s $\frac{1}{2}$ sangue AB

♀ s $\frac{1}{2}$ sangue AB x ♂ raça B , assim sucessivamente

Até 31/32 AB. Obtenção de registro nas associações de raça (POC)

- 😊 Trocar a raça do rebanho sem a necessidade de vender animais. Introdução de genes de uma raça em outra.
- 😞 Prazo de 5 gerações.

Raças Sintéticas

Início dos Anos 20 raça Santa Gertrudis no King Ranch – E.U.A. Explora a complementaridade taurino/zebu;

Anos 30: Brasil Canchim na Embrapa de São Carlos/SP

Composição genética: 5/8 europeu 3/8 zebu.

Raças Compostas

Pesquisas Clay Center EUA

Montana ➔ Convênio entre Agropec. CFM e Leachman Cattle Company

Marketing manutenção da Heterose



Montana

Grupos genéticos (sistema NABC 4-4-4-4) :

- ✓ N = Zebu
- ✓ A = Adaptado
- ✓ B = Britânico
- ✓ C = Continental

Composto $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Senepol e $\frac{1}{4}$ Charolês, no sistema NABC será o Montana 4444

Composto $\frac{1}{4}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Devon e $\frac{2}{4}$ Simental, no sistema NABC será o Montana 0448

Notas - Cruzamento

- ✓ Tende a ser cada vez mais usado para aumentar a produtividade nos rebanhos
- ✓ **Não substitui o manejo adequado**, pois o aumento da produtividade depende de outros fatores que também devem ser aprimorados

Programas de Melhoramento

Ponto chave: produtor comercial
produto final.



**Existe um antagonismo
fundamental entre as
orientações e necessidades
de produção comercial e as
de genética:**

PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE REBANHOS COMERCIAIS E DE SELEÇÃO

CARACTERÍSTICAS

Rebanho Seleção

Núcleo

Manejo genético

Diferenciado/Produto com marca

Manejo “intensivo”

Proporcionalmente pequeno

Tamanho baseado na demanda

Manejo rigoroso

Metas de longo prazo

Rebanho Comercial

Multiplicador

Manejo econômico

Homogêneo/Produto sem marca

manejo “extensivo”

Proporcionalmente grande

Tam. bas. capaci/e de manutenção

Rigor mínimo

Metas de curto prazo

OBJETIVOS DE MERCADO

Necessi/es do criador comercial

Nichos / especialização

Necessidades do mercado varejista

Tendência geral

PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE REBANHOS COMERCIAIS E DE SELEÇÃO

Rebanho Seleção

Variação

Herdabilidade

Pressão de seleção

Resp. correlacionadas/Índices

Touros jovens/desc. p/ geração

Inseminação artificial

Mudança predizível

Liderança

Distantes

Rebanho Comercial

FERRAMENTAS GENÉTICAS

Diferenças entre raças

Heterose

Descarte (excepcionalmente)

Resp. correlacionadas/Índices

Descarte p/ geração

Monta natural

METAS GENÉTICAS

Multiplicação predizível

Equilíbrio

Ótimas

PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE REBANHOS COMERCIAIS E DE SELEÇÃO

Rebanho Seleção

Rebanho Comercial

MEDIDAS DE ÊXITO

Benefícios

Dif. Genét.no desempenho

Valor genético agregado

Reputação para integridade

Prêmios

Benefícios

Dif. Reais no desempenho

Preço do mercado consumidor

Reputação para uniformidade

Ausência de descontos

FONTE: Leachman

Programas de Melhoramento

Maior rigor na seleção de fêmeas (prenhez de novilhas e stayability).

Avaliação do temperamento dos animais visando obter animais mais fáceis de manejar, ou seja, menos reativos mas não letárgicos. Além disso, o stress pode afetar a qualidade da carne.

Premiação os parceiros que conseguirem maiores ΔG ;

Programas de Melhoramento

Uso de sêmen sexado (ABSPECPLAN Uberaba/MG e Lagoa Sertãozinho/SP);

Novas DEPs:

- ✓ AOL, EGS e marm;
- ✓ prenhez de novilhas, stayability;
- ✓ resistência a endo e ecto parasitos.
- ✓ temperamento

Biotecnologias Moleculares



Seqüenciamento do genoma bovino;

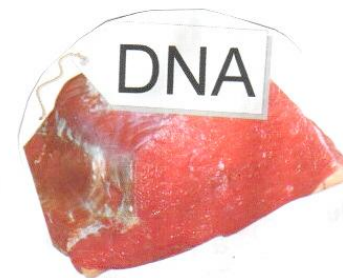
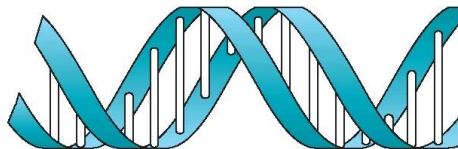
Genes patentiados – Genetic Solutions (Austrália);

- ✓ Gene da enzima calpastatina (GeneStar Tenderness) – animal AA, Aa ou aa para o gene da maciez.
- ✓ Marmoreio (GeneStar Marbling): AA, Aa ou aa para o gene do marmoreio.

Biotecnologias Moleculares

QTLs (*quantitative trait loci*)

- ✓ Genes ou grupos de genes
- ✓ Influenciam características de interesse econômico
- ✓ Interações com o ambiente



Biotecnologias da Reprodução

- ✓ I.A., F.I.V., T.E., clonagem
- ✓ Uso intensivo de animais “superiores”



Consequências?

Biotecnologias da Reprodução

- ☹ Podem aumentar a endogamia quando mal utilizadas!!!
- ✓ Raças leiteiras nos EUA

	1960 a 1980	1980 a 2000
Crescimento F/ano (%)	0,05	0,2
Taxa média de F (%)	1	5

Causas

Uso inadequado de biotécnicas reprodutivas, principalmente I.A.

Modelos de avaliação genética atuais – maior precisão da determinação de **F**, e;

Membros da mesma “boa família” tem maiores chances de serem selecionados.

ABCZ – Nelore

- ☹ Todos os animais controlados apresentavam variabilidade genética de uma população com $N_e=68$ animais.
- ✓ Uso exclusivo de determinados touros:
- ✓ De 1994 a 1998 10 touros (0.096% do total) foram pais de 19.3% dos animais controlados
- ☹ 10.357 filhos/touro !!!!!!!!!!!

(Faria et. al, 2001 – 38^a Reunião Anual da SBZ)

Em bovinos de corte **perdas** por depressão endogâmica para características **produtivas e reprodutivas** foram observadas por Smith et al (1989), Burrow (1993 e 1998) Schimbo et al. (2000), Schenkel et al. (2002) entre outros.

Grosseiramente, a cada aumento de 10% em **F**, há depressão das características em torno de 2 a 7%

Biotecnologias da Reprodução

Não são o “melhoramento animal”, mas sim uma **ferramenta** para o **melhorista**.

Programas de melhoramento **bem dirigidos** devem realizar os acasalamentos que maximizem os lucros, zerando (ou minimizando) **F**

Biotecnologias da Reprodução

Clonagem (aplicada à produção animal):

- Clone é uma cópia genômica de uma animal ou planta.
- Riscos da clonagem: anomalias genéticas e físicas, impacto ambiental.
- Vantagem: Indivíduos geneticamente superiores produzidos em série (até que ponto seria vantagem clone x filhos selecionados? Como ficaria o ΔG ?).
- Necessidade de muita pesquisa ainda.

Biotechnologias da Reprodução



1º Clone da América Latina: UNESP Jaboticabal
"Penta" 11/07/2002 – Equipe do Dr. Joaquim Mansano Garcia

Considerações Finais

1

O melhoramento genético foi responsável por grande parte do avanço recente da pecuária de corte brasileira;

Considerações Finais

2

As exigências do mercado em qualidade da carne indicam a necessidade de melhoria do material genético e sua adequação ao ambiente de manejo;

Considerações Finais

3

Programas de melhoramento hoje estão muito mais completos: incorporação de informações fornecidas por marcadores genéticos, avaliações dentro de raças e entre raças e uso de biotecnologias da reprodução contribuem para um aumento na intensidade de seleção nunca visto antes.

Mensagem Final:

**“Dinheiro não dá em árvores,
nasce no pasto!”**

Obrigada!



Dúvidas?

Sugestões?

Contato:

patricia.tholon@embrapa.br