

Melhoramento Genético Animal

Gerson Barreto Mourão

Zootecnista, D.Sc., Professor Associado II

Universidade de São Paulo - USP

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ

Departamento de Zootecnia – LZT

email: gbmourao@usp.br

O que melhorar?

- Quais são nossos objetivos e mercados?
- Criar animais “puros” ou fazer cruzamentos?
 - A resposta = PRODUTIVIDADE >>> \$\$\$
- Qual a melhor raça?
- Qual o melhor cruzamento?
- O que fazer com as fêmeas mestiças, abater todas ou utilizá-las na reprodução?
- Quais são nossos sistemas de produção?

O sistema!



O sistema



O sistema



O sistema



Qual é o produto? Qual o sistema?



Qual é o produto? Qual o sistema?



Histórico

- Quando surgiu?
 - Incerto...
 - O “pai” do Melhoramento
 - Criador de Longhorn
 - Robert Blackwell
 - Teste de Progênie Empírico

Histórico



- **Genética**
 - Como ciência, se definiu em 1866 com a publicação dos resultados dos experimentos de Gregor Mendel;
- **Sewall Wright**
 - Fundador da genética quantitativa ou biométrica, ao publicar as bases genéticas que permitiram quantificar os efeitos dos sistemas de acasalamento na estrutura gênica das populações animais
- **Jay Lush, Iowa State University**
 - Introdutor destes novos conhecimentos como ferramenta de promoção de melhoramento animal

Histórico



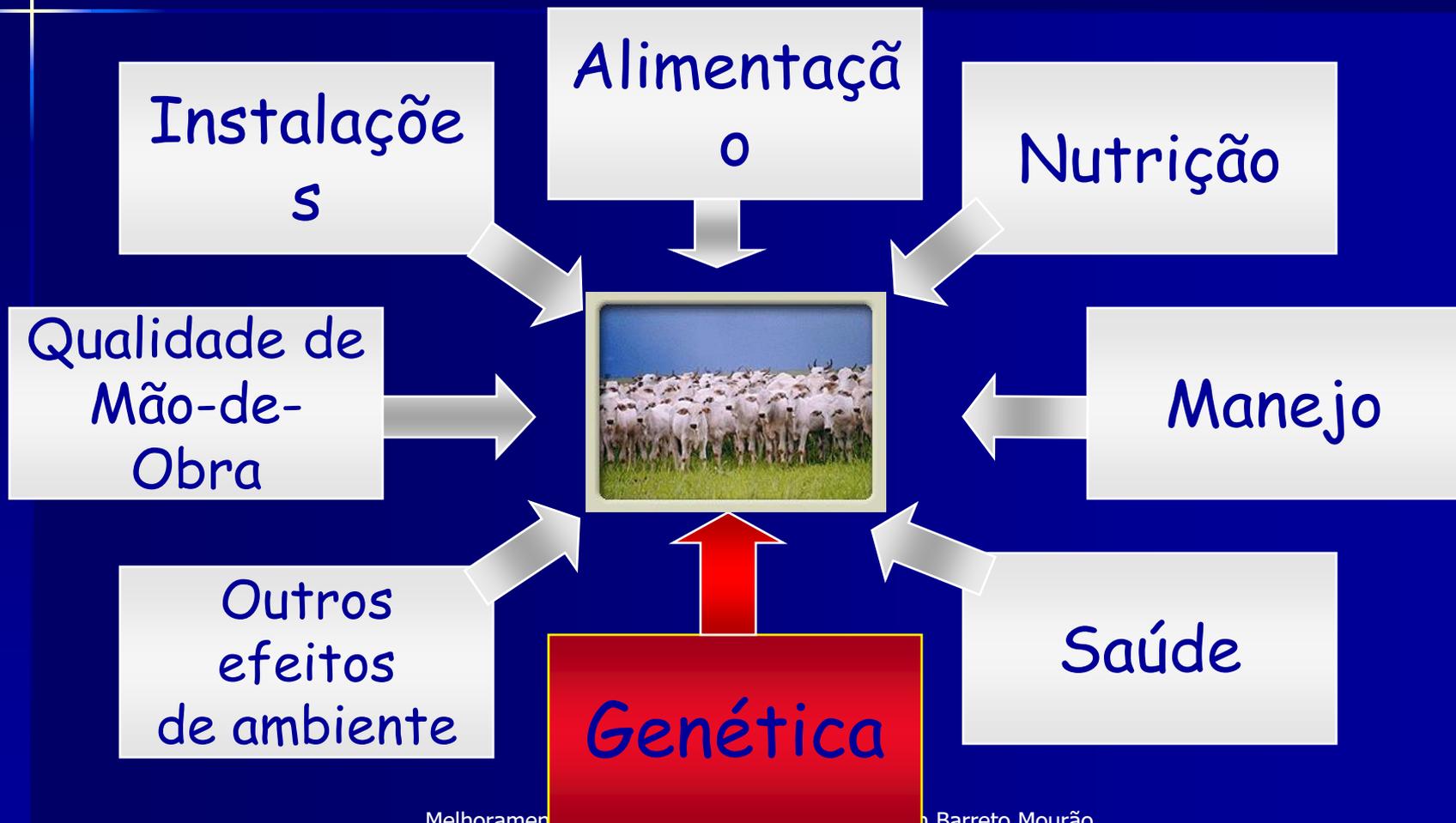
■ Hazel

- Atribui-se importante contribuição ao propor a construção dos índices de seleção para seleção simultânea de várias características;

■ Henderson

- A metodologia dos modelos mistos
- Maiores progressos genéticos

O que condiciona o desempenho dos animais?



Para que servem reprodutores ou uma matrizes?



- São nossas máquinas
- Devem produzir os nossos produtos, os bezerros
- Esses produtos devem ser adequados aos sistemas de produção e às condições de ambiente que temos
- Os reprodutores e matrizes são máquinas de fazer gametas (espermatozóides e óvulos), portanto, valem o valor de seus gametas
- Se valem o valor de seus gametas, temos que conhecer isso....

Como selecionar um reprodutor?



- Para que servem as avaliações genéticas, as DEPs, os sumários de touros e vacas?
 - São as “especificações técnicas” de nossas máquinas;
 - São ferramentas auxiliares, nossos critérios de escolha;
 - Dão uma idéia, quando comparadas aos estimativas dos outros reprodutores disponíveis, do valor médio dos gametas de um reprodutor, comparado aos demais.

Alguns Exemplos

- Síndrome letal do potro branco
 - Em homozigose do alelo para pelagem oveiro resulta em potros brancos ou quase brancos
 - Morrem nos primeiros dias de vida
 - Obstrução intestinal: causada pela falta de células nervosas na porção distal do intestino grosso (megacólon agangliônico)



Alguns Exemplos

- Síndrome do cordeiro aranha
 - Acomete ovinos
 - ‘Spider lamb syndrome’
- Sinais clínicos
 - Apresenta deformidades do esqueleto axial e apendicular, extremidades alongadas, escoliose, cifose, concavidade esternal, desvios carpais, mandíbula alongada, deformidades da cabeça e impossibilidade de manter-se em estação



Alguns Exemplos

- Síndrome de Weaver
 - Mieloencefalopatia progressiva bovina
 - Gene recessivo
 - Sinais clínicos
 - Início de 6-8 meses
 - Morte: 12-20 meses



Alguns Exemplos

- Acondroplasia bovina
 - Bezerro ‘Bulldog’
 - Dominante incompleto
 - Homozigoto
 - Pode ser abortado durante a gestação (6-8 meses)
 - Heterozigoto
 - É pequeno e apresenta músculos pesados



Controlar geneticamente?

■ Controle genético

- Estamos falando de descarte reprodutivo
- Significa impedir que certos indivíduos contribuam com seus genes para as próximas gerações

■ Pesquisa clínica

- Realizar o descarte dos animais afetados
 - As frequências futuras irão se reduzir gradativamente
 - Mudança na frequência: -----□
- Se a doença é letal recessiva
 - Precisamos identificar além dos afetados os heterozigotos
 - **Genômica: 100% eficaz**

$$\Delta q = \frac{-sq^2(1-q)}{(1-sq^2)}$$

Genótipo vs Ambiente

- As mudanças produtivas promovidas pelo melhoramento genético são estáveis e permanentes;
- As mudanças de ambiente têm caráter transitório e não são transferidas de uma geração para outra.

Seleção

- **Objetivos Gerais**
 - Obtenção de animais com alto desempenho
 - Sucesso é medido pelos seus próprios resultados produtivos ou de suas progênies
- **Definir objetivos de seleção**
 - Características a serem selecionadas
 - Conhecer os parâmetros genéticos
 - Definir os critérios a serem utilizados

Como fazer?



- O melhoramento genético pode ser obtido
 - Pela seleção de animais superiores à média do rebanho para produção da geração seguinte
 - Fenótipo para estimar os genótipos dos indivíduos
 - Escolher os futuros reprodutores

Fazer Seleção!



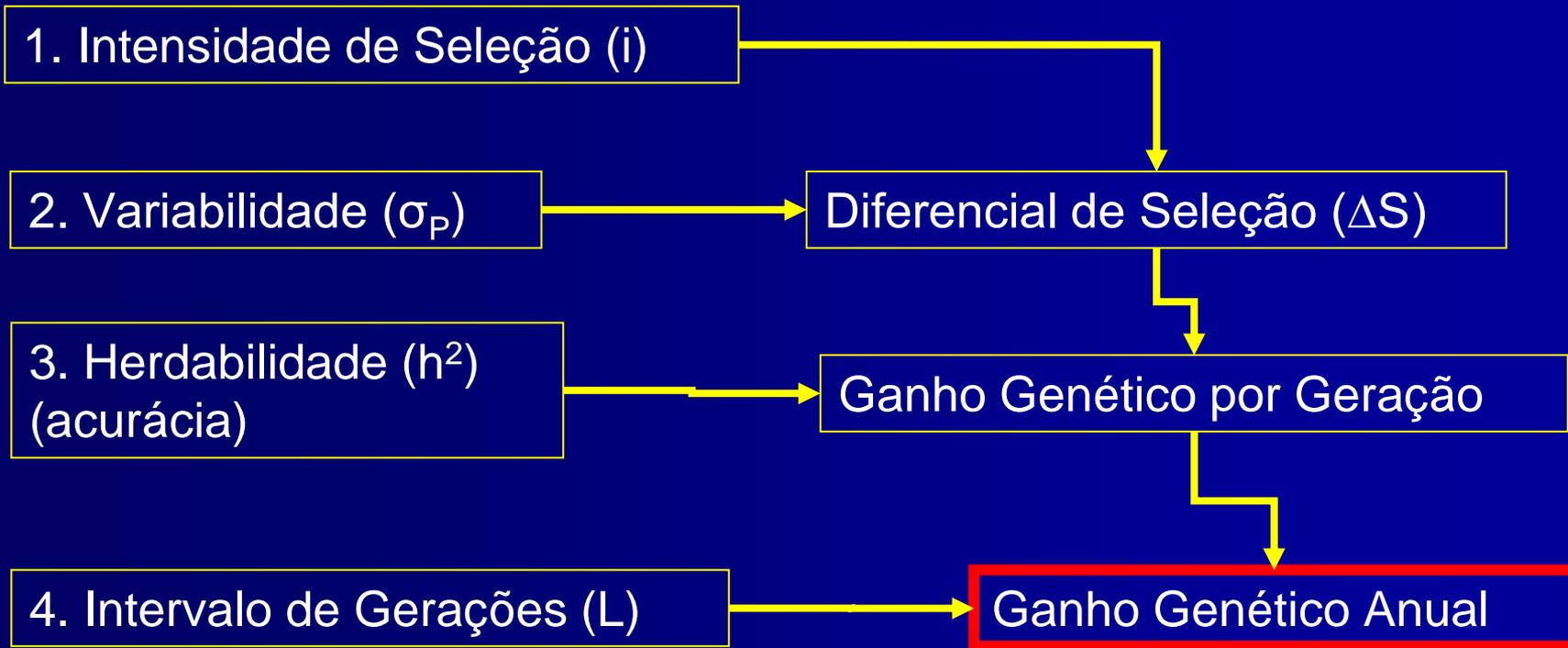
- Parece óbvio e fácil
 - Manter aqueles animais com maior potencial genético para uma ou mais características de interesse e pronto!
 - Não deixa de ser verdade até certo ponto
 - Fenótipos melhores devem provir de genótipos melhores
 - Se genótipos melhores são usados na reprodução, então os melhores genes podem ser transmitidos aos descendentes

Dificuldades para Seleção

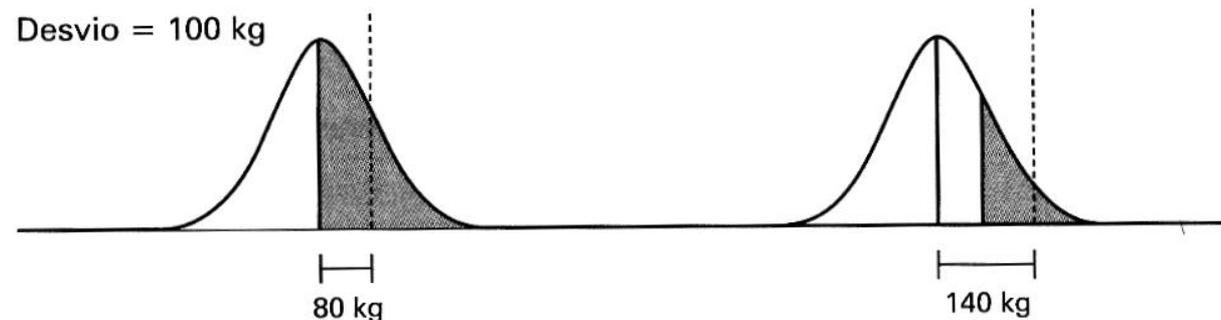
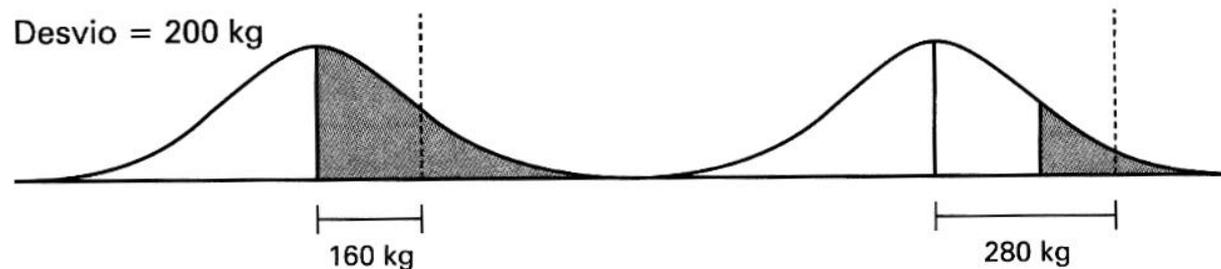


- Requisitos necessários e essenciais
 - A necessidade de dados de desempenho confiáveis
 - registro genealógico e escrituração zootécnica
 - Variabilidade genética e parâmetros genéticos
 - A relação custo:benefício
 - O tempo para atingir o objetivo estabelecido
 - Intensidade de seleção e intervalo de gerações

Componentes do Ganho Genético



Diferencial de Seleção



50% melhores

20% melhores



Proporção de animais selecionados



Média dos animais selecionados



Diferencial de seleção

Estimando o Ganho Genético

- Seleção para peso do ovo de galinhas poedeiras
- Considerando a variabilidade do peso de ovo
 - Desvio-padrão = 5 g
 - Herdabilidade = 0,35
- Ganhos seletivos sob diferentes intensidades de seleção

Proporção de Seleccionados (p)	Intensidade de Seleção (i)	Ganho Genético Esperado, em gramas/geração
0,20 = 20%	1,400	2,44
0,25 = 25%	1,271	2,21
0,40 = 40%	0,966	1,68
0,80 = 80%	0,350	0,61

Produção de lã

- Média Populacional= 2 kg de lã ao ano
- Desvio-padrão: 0,5 kg
- Rebanho-Fechado: 100 ovelhas
 - 80 nascidos
 - 60 chegam a reprodução
 - 30 Machos e 30 Fêmeas
 - Se usarmos todas as fêmeas a $i=0$;
 - Se 4 dos 30 machos jovens forem selecionados
 - $p=4/30=13\%$ com $i=1,63$ (ver tabela)
 - Então, a média dos machos selecionados será:
 - $M_s=2+1,63*0,5=2,8$ kg

Otimizando os Componentes do Ganho Genético

- Menores intervalos de gerações
 - Baixa acurácia (pouca informação)
 - Baixa intensidade de seleção (maior % reposição)
 - Ideal reduzir reprodutores muito velhos
- Equilibrar os componentes
- Uso das DEPs via BLUP
 - Permite manter em reprodução os efetivamente melhoradores

Um modelo

$$\blacksquare P = G + E + GE$$

- $P = \text{Fenótipo}$
- $G = \text{Genótipo}$
- $E = \text{Ambiente}$

$$\blacksquare P = A + D + I + E + GE$$

- $A = \text{efeito aditivo dos genes}$
- $D = \text{efeito de dominância dos genes}$
- $I = \text{efeito da interação entre os genes (epistasia)}$

O que é avaliação genética?

$$P = A + D + I + E + GE$$

- Procedimento de análise dos dados de produção dos animais, com uso de metodologia estatística adequada, para:
 - Separar os efeitos genéticos aditivos (**A**) dos demais efeitos (D+I+E)
 - Ordenar (rankear) os animais segundo o valor genético aditivo de cada um.

$$P = A + D + I + E + GE$$

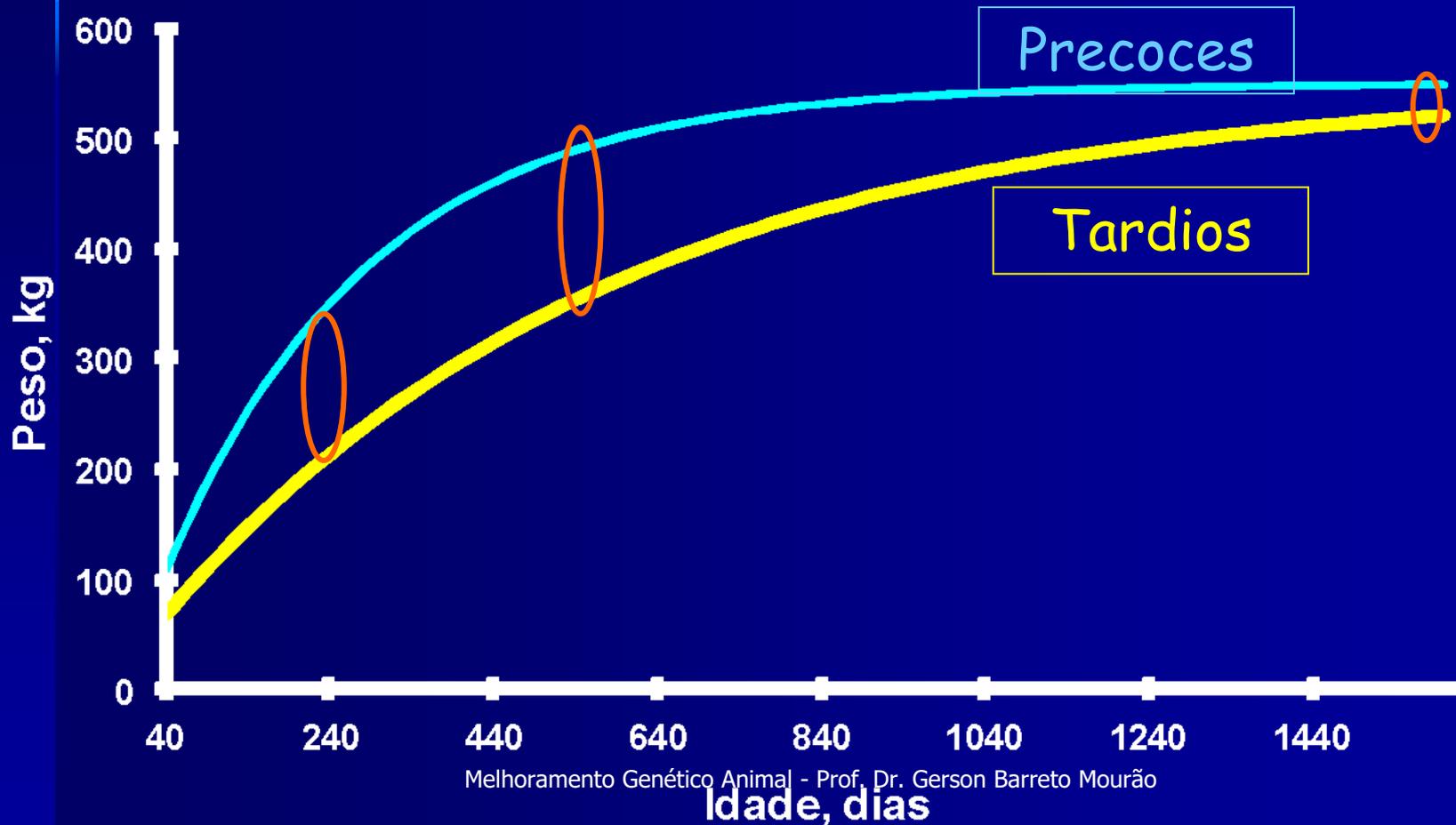


DEP: o que é isso?



- DEP = diferença esperada de progênie
- Ferramenta AUXILIAR de seleção
- Exemplo:
Touro A = +12 kg x Touro B = -3 kg de peso ao abate
Diferença entre eles: 15 kg/filho, em média
Se for peso ao abate = 15 kg/filho x 5 anos x 30 filhos/ano =
2250 kg de peso vivo x R\$ 20,00 = R\$45.000,00 de receita
adicional na vida útil do touro
Valor diferencial do touro A, em relação ao touro B
- DEP é dinheiro no bolso do criador

Precoces x Tardios



Colheita de Informações

Pesos e mensuração com aparelhos de ultra-som



GRUPO DE ESTUDOS EM ESTATÍSTICA E

MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL

ESALQ - USP

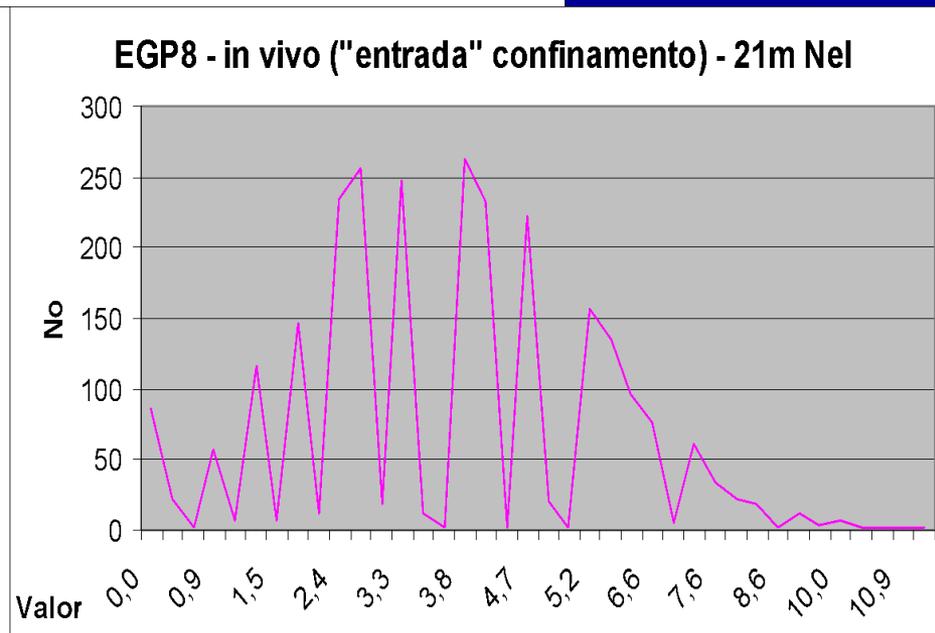
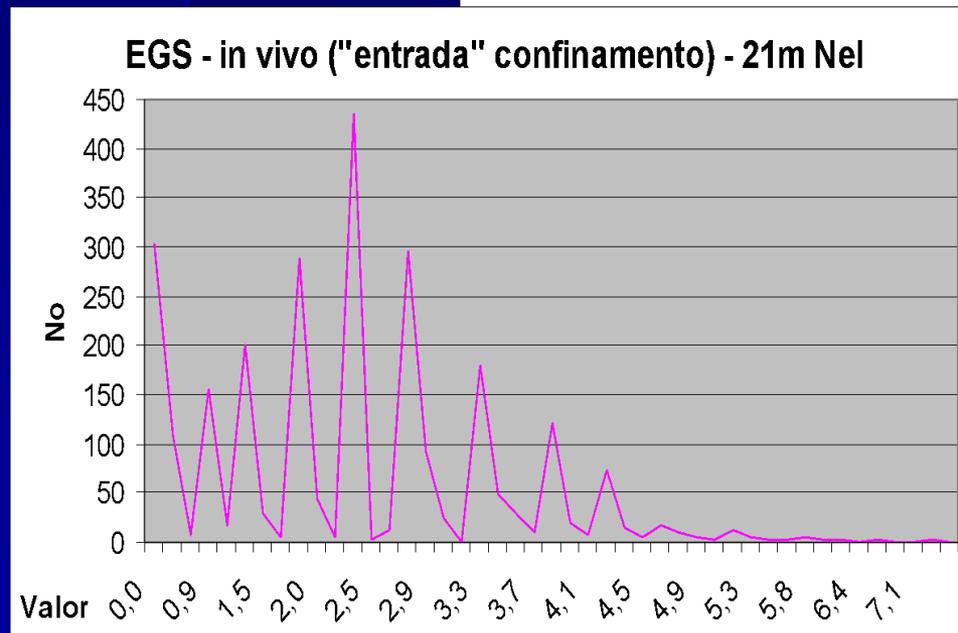
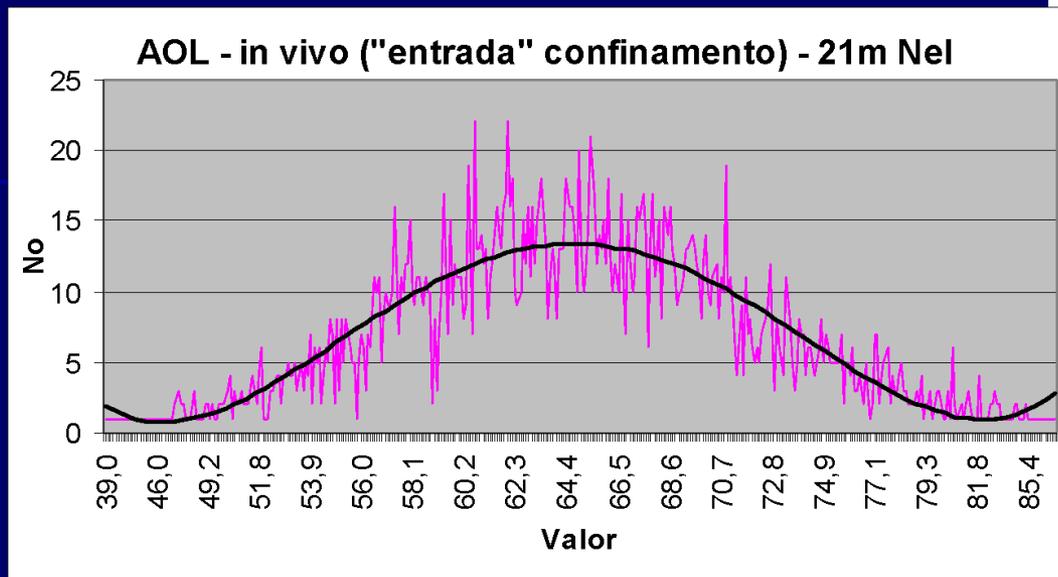
Medição de peso,
EGS, EGP8 e AOL
na "entrada" do
confinamento



Resultados preliminares



GRUPO DE ESTUDOS EM ESTATÍSTICA E
MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL
ESALQ - USP



Coleta amostras pós-abate



Leitura de
PH

666
animais

Identificação
da
Carcça



Coleta amostras pós-abate



Fotos para comparação da AOL na 5^a e 12^a costela

Coleta amostras pós-abate



FOTO DA AOL NA 5^ª
COSTELA
(LOCAL PADRÃO DE
CORTE DA CARÇA NO
FRIGORÍFICO)

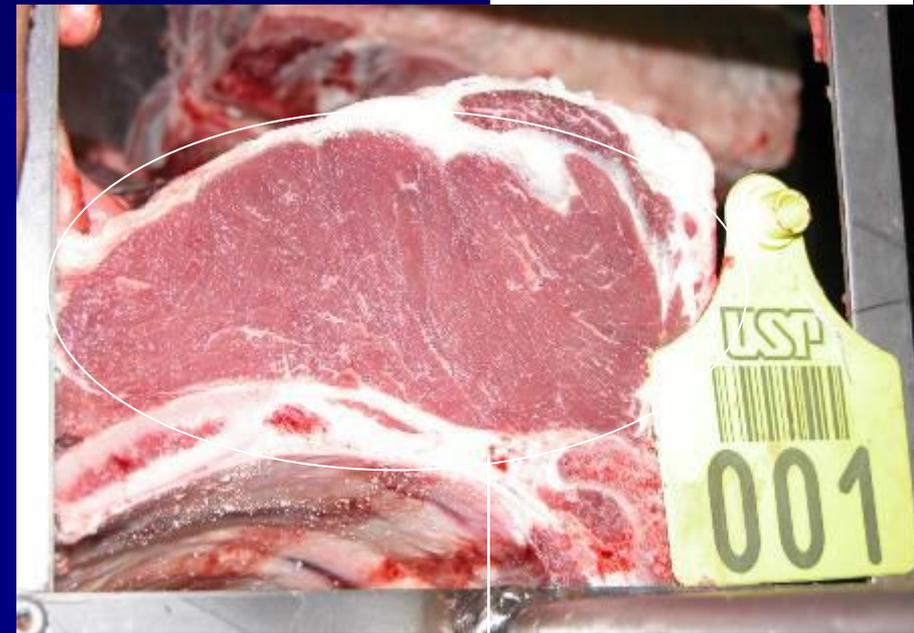
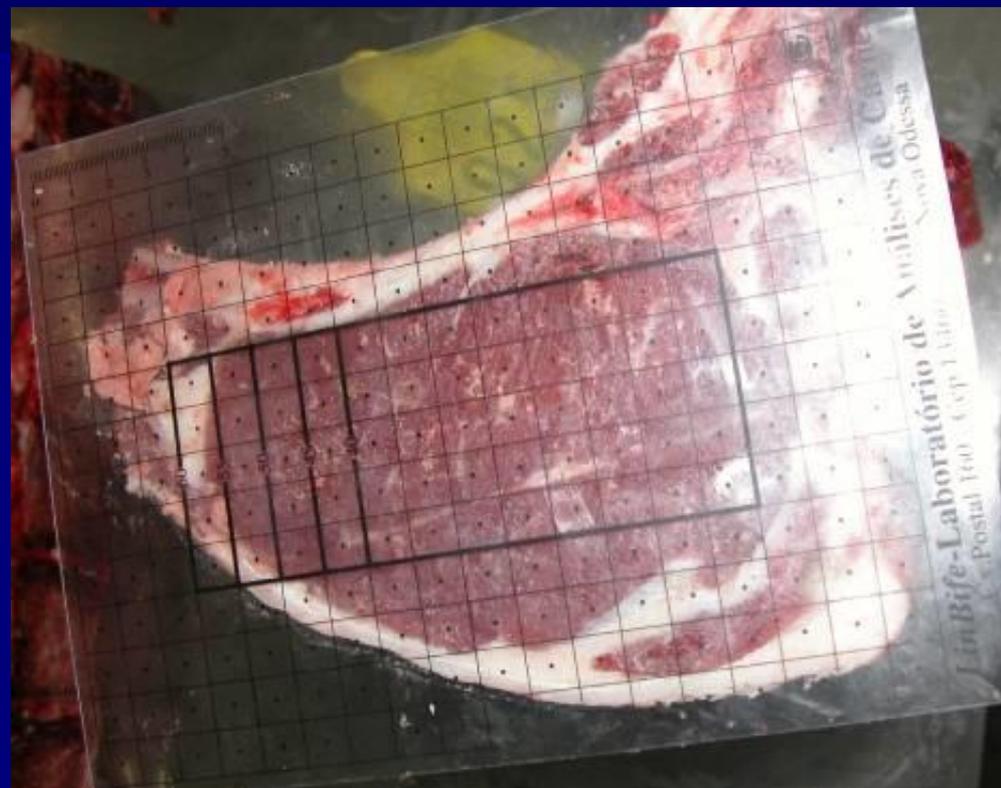
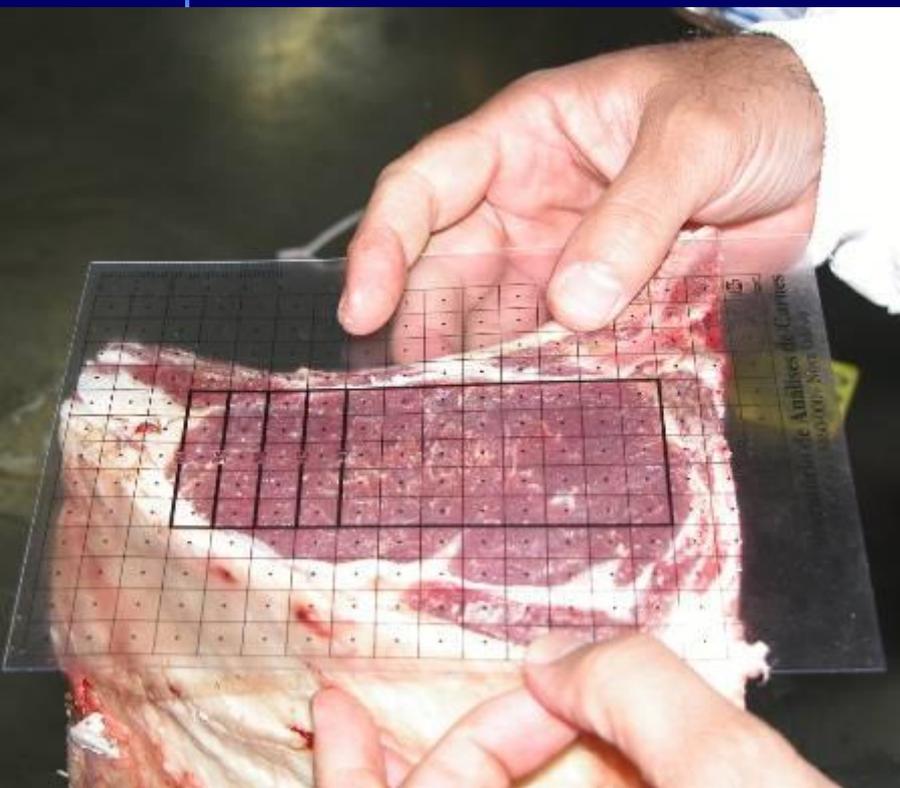


FOTO DA AOL NA 12^ª COSTELA
(LOCAL DE CORTE PARA
TRABALHOS CIENTÍFICOS, MAS
FORA DO PADRÃO DA INDÚSTRIA)

Coleta amostras pós-abate

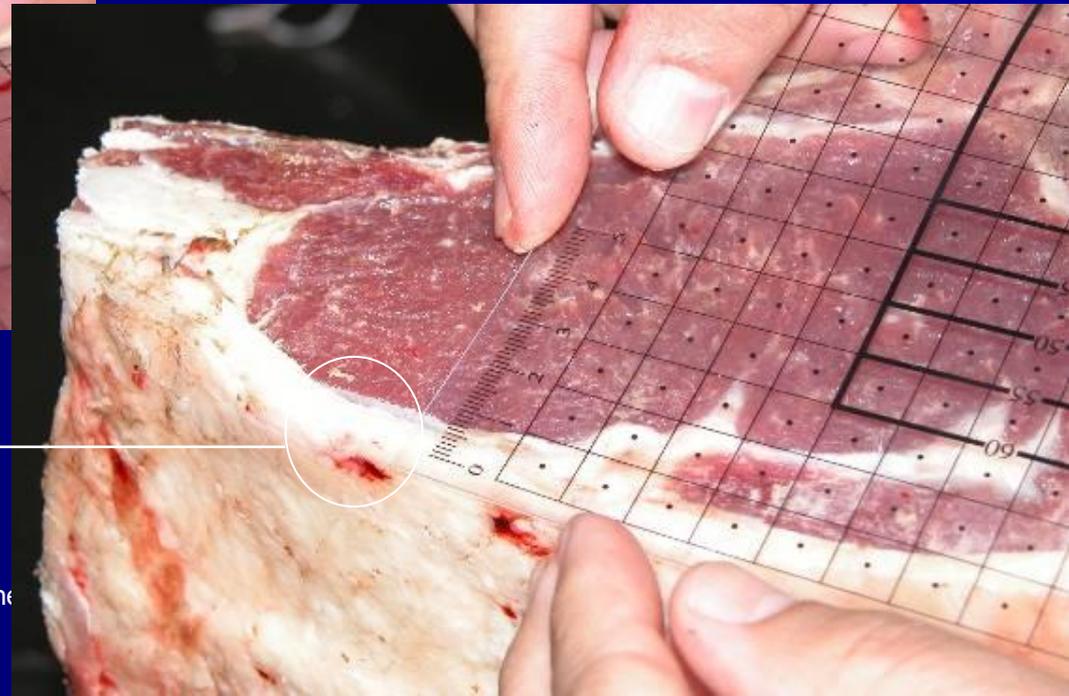


MEDIÇÃO DA ÁREA DE OLHO DE LOMBO (AOL) - CONTAGEM DE QUADRADOS

Coleta amostras pós-abate



MEDIÇÃO DA ESPESSURA
DE GORDURA (EGS) EM
MILÍMETROS



Coleta amostras pós-abate



Avaliação de marmoreio,
com base em cartões
referência



Coleta amostras pós-abate



PORCIONAMENTO DE 4 AMOSTRAS DO CONTRA PARA TEMPOS
DISTINTOS DE MATURAÇÃO: 7, 14 e 21 DIAS MAIS UMA
AMOSTRA PARA COMPOSIÇÃO DA CARNE

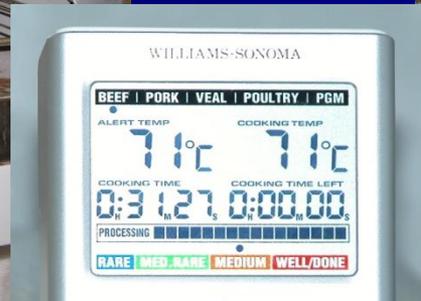
Coleta amostras pós-abate

ORDEM DAS FOTOS	NÚMERO DA CARÇAÇA	FOTO 5°	FOTO 12°	AOL	EGS	MAR
1	30	-	-	72	6	Sm
2	24			69	2	SL
3	27			67	5	Sm
4	21			64	1	SL
5	25			79	4	Sm
6	26			67	4	Sm 50
7	22			75	2	sl 50
8	20			75	4	SL 50
9	14			69	2	SL
10	17			68	4	Sm
11	23			70	1	SL 50
12	19			61	4	SL
13	18			69	4	SL
14	15			63	3	



TRABALHO DA EQUIPE DA USP
COM TODAS AMOSTRAS
ABATIDAS

Trabalho laboratório carne



Assado de forma padronizada
(71°C interno)

Pesagem pós assar

(Com e Sem exsudato)

Resfriamento até 20°C

Trabalho laboratório carne – Shear force



abate 08/11/06 7 dias

EXPERIMENTO: Marcadores Moleculares - Merial/CFM

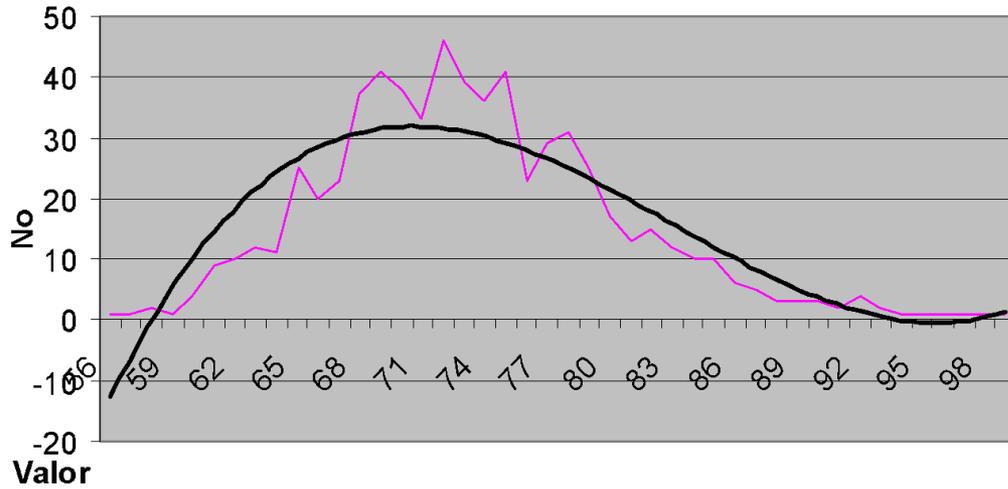
Etiqueta: VERDE, Coleta: 09/11/2006 Análise: 16/11/2006

AMOSTRA	1	2	3	4	5	6	7	8
75	9,85	11,6	5,0	9,2	6,9	4,05	6,7	9,5
20	7,0	8,1	5,15	5,7	4,55	6,1	7,0	4,85
54	6,5	9,1	4,9	7,2	6,1	6,8	10,1	7,9
11	5,7	4,45	5,8	5,9	7,0	7,2	6,0	7,05
21	7,0	6,15	6,8	6,8	6,0	6,8	7,2	6,25
93	3,5	7,65	9,8	8,5	4,25	3,4	5,25	4,1
30	5,7	5,35	4,00	10,45	4,30	3,00	7,50	7,50
12	6,85	6,85	6,80	4,60	10,20	8,05	4,70	
32	4,50	3,25						

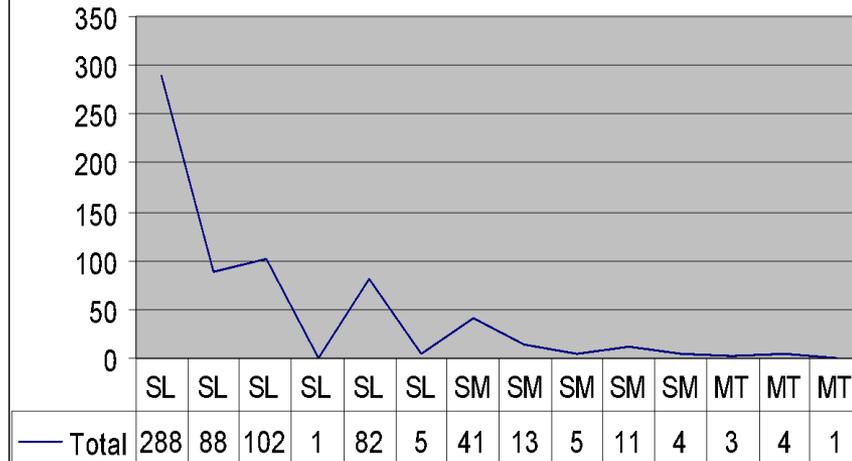
8 medidas

Resultados preliminares

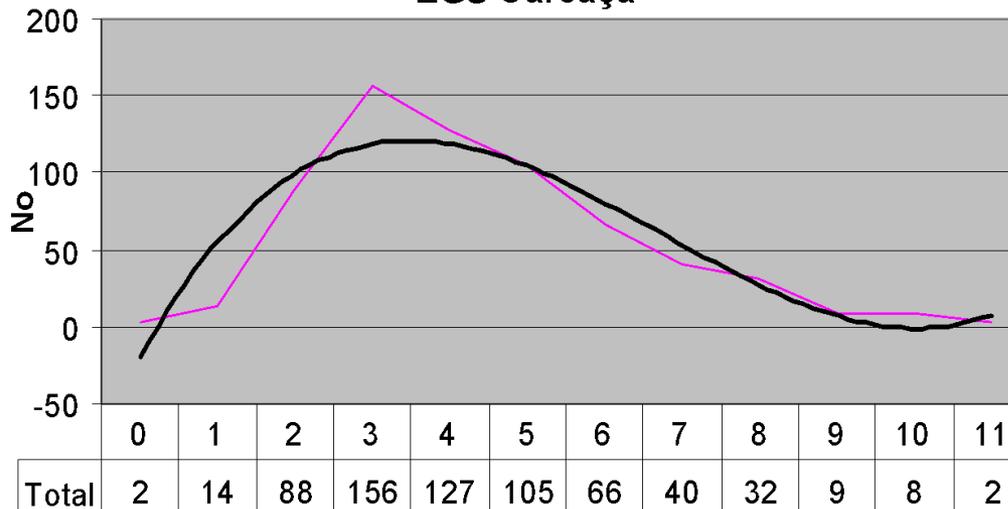
AOL Carça



Marmoreio Carça



EGS Carça

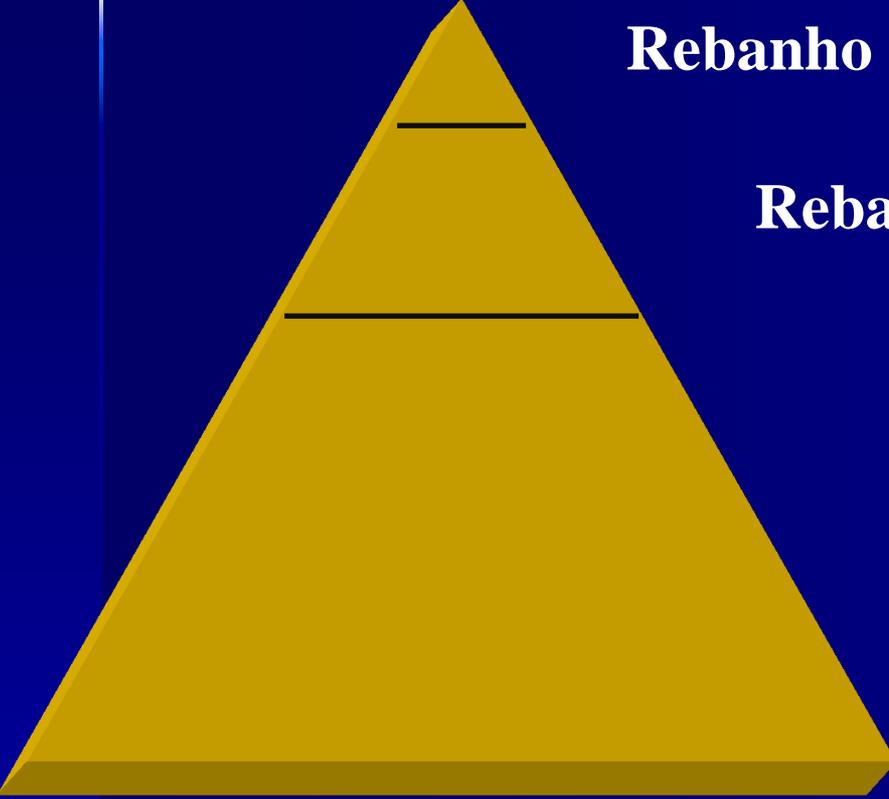


Dias Mat. % < 4,54

7 dias	16%
14 dias	38%
21 dias	58%

Touros	No	%
Macio	6	13,6%
Médio	12	27,3%
Duro	26	59,1%
Total	44	

Estrutura e fluxo de animais



Rebanho núcleo (1 a 2%)

Rebanhos multiplicadores (6 a 8%)

Rebanhos comerciais (100%)

Aves

- A avicultura é a atividade da agropecuária que apresentou os maiores índices de evolução nas últimas décadas:
 - Recente trabalho usando instalações, manejo e alimentação usados na década de 50 e aves dos anos 90 demonstrou que:
 - 92% de todo progresso obtido foi consequência do melhoramento genético.
 - 8% foi consequência de manejo, alimentação e instalações

Aves de corte

Ano	Peso	Conversão	Idade
1930	1500	3,50	105
1940	1550	3,00	98
1950	1600	2,50	70
1960	1600	2,25	56
1970	1600	2,00	49
1980	1700	2,00	49
1990	2000	2,00	45
2000	2240	1,78	41



Aves de Postura

Anos	Ovos/ano	Peso	Conversão
1930	120	54	3,25
1940	182	53	2,50
1950	219	54	2,08
1960	237	56	1,92
1970	255	57	1,77
1980	292	58	1,56
1990	304	57	1,50
2000	318	57	1,40



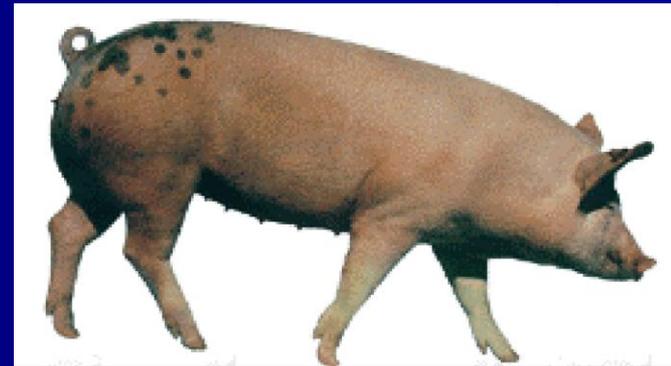
Suíños



- Melhorias de 1-3% ao ano em programas de melhoramento genéticos bem elaborados que priorizam as características ligadas ao retorno econômico

<i>Ano</i>	<i>Número</i>	<i>GPD</i>	<i>CA</i>	<i>ET</i>	<i>Dias P90</i>
1986	1287	881	2,77	2,10	153
1988	1208	933	2,69	1,85	147
1990	1070	954	2,62	1,72	144
1992	556	988	2,58	1,69	140
1994	473	987	2,54	1,68	137
1995	405	1009	2,53	1,54	138

Linhagens Comerciais Melhoradas



Suíños

- Número de leitões/parto



Bovinos de corte

■ Programas de Melhoramento

- IZ
- USP
- Associações de raça
- Criadores



Nelore - Mudança



Karvadi



Cartucho J5 - 1952



Vernon - 2006

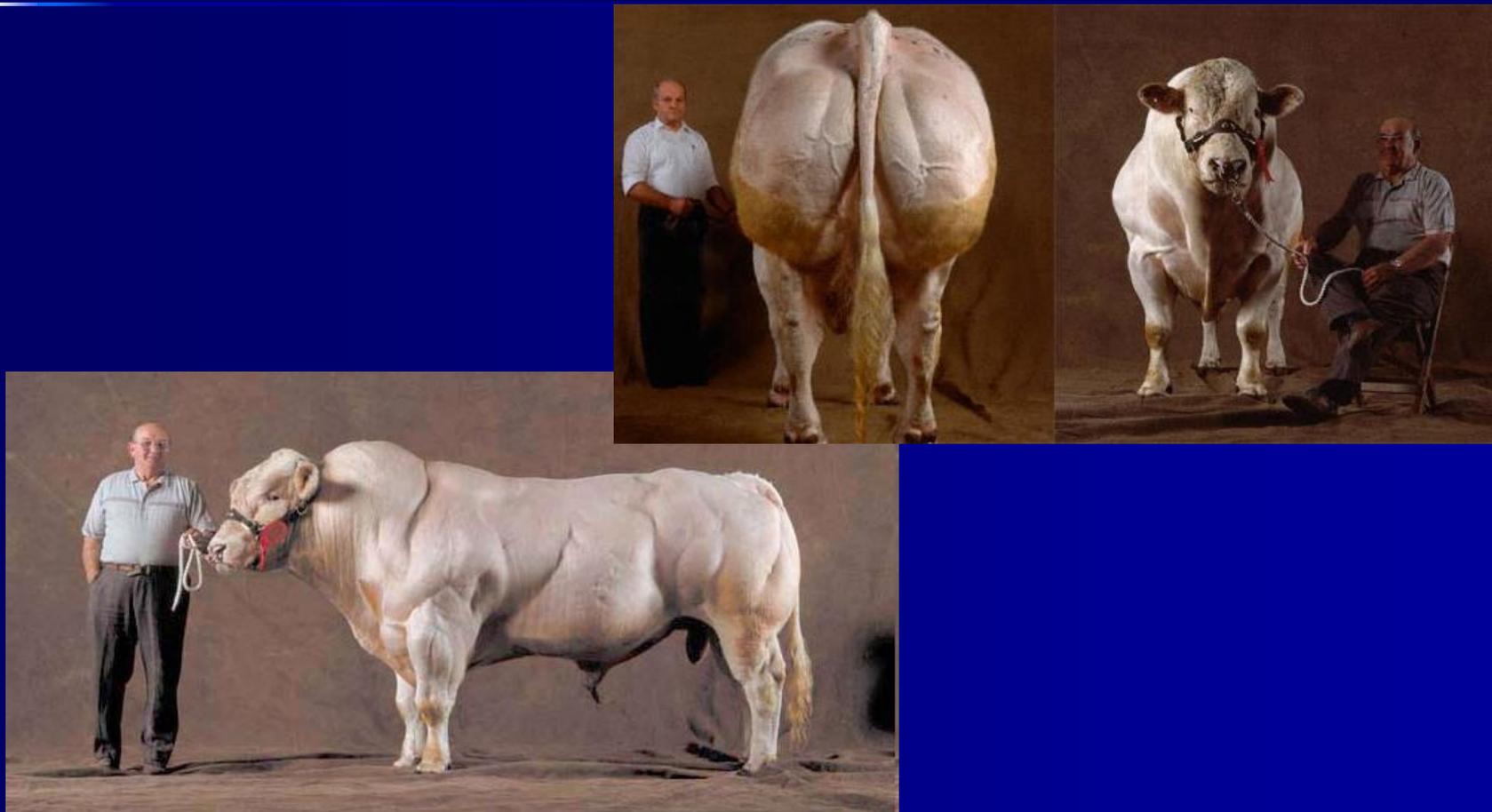
Bovinos de corte (Belgian Blue)



GRUPO DE ESTUDOS EM ESTATÍSTICA E

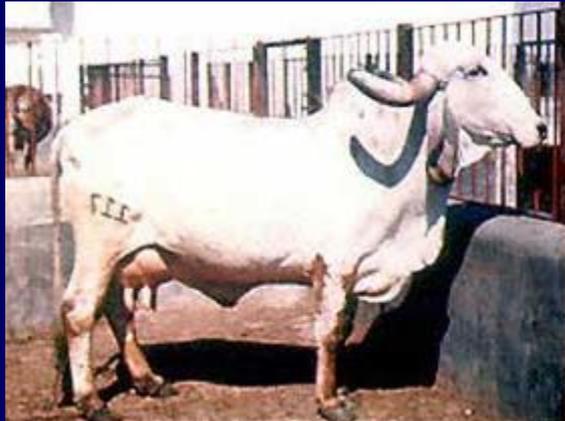
MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL

ESALQ - USP



Bovinos de leite

- O Brasil apresenta programas de melhoramento, com teste de progênie, para as raças:
 - Gir Leiteiro, Girolando, Guzerá Leiteiro



Bovinos de leite

- Recordista Mundial: Raça Holandesa
 - Skagvale Graceful Hattie
 - Record completed in October 1971
 - 2 ordenhas, 365 dias
 - 44.019 lbs = 19.996 kg/365 dias
 - Média 54 kg/dia



Bovinos de leite

- Recordista Mundial: Raça Holandesa
 - Ever-Green-View My 1326-ET EX-92
 - 2010
 - 3 ordenhas, 365 dias
 - 72,170 pounds = 32,740 kg/365 dias
 - Média 89 kg/dia



O futuro do melhoramento animal



- Utilização de tecnologias
 - Inseminação artificial
 - Transferência de embriões
 - Sêmen Sexado
 - Núcleos Moet
 - Mapeamento genômico e clonagem
 - Genômica Quantitativa

O futuro do melhoramento animal



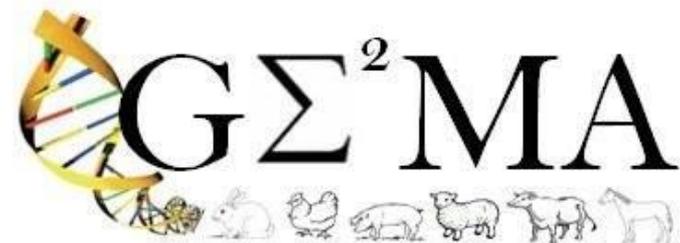
- Utilização de tecnologias
 - Custo/Benefício
 - Desenvolvimento de pesquisas
 - Desenvolvimento de programas de melhoramento bem elaborados

Bibliografia



- **BOURDON, R.M.** *Understanding Animal Breeding*, 2ª Ed., Prentice-Hall, 2000, 538 p.
- **ELER, J.P.** *Teorias e Métodos em Melhoramento Genético Animal II. Seleção*, FZEA, 2008, 210 p.
- **KINGHORN B. et al.** *Melhoramento Animal: Uso de novas tecnologias*. 1ª. Ed., FEALQ, 2006, 367 p.
- **PEREIRA, J.C.C.** *Melhoramento genético aplicado à produção animal*. 4ª. ed., FEPMVZ Editora, 2008, 555 p.

Seleção p/ Estágio e IC



GRUPO DE ESTUDOS EM ESTATÍSTICA E

MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL

ESALQ - USP

Linhas de pesquisa do grupo, :

- Melhoramento genético de ovinos**
- Melhoramento genético de bovinos leiteiros e de corte**
- Melhoramento de aves de corte e postura para sistemas alternativos**
- Estatística e bioinformática aplicadas à avaliação genômica**
- Seleção genômica e GWAS**

Ao estagiário será oferecida a oportunidade de atuar ou conduzir um projeto científico ou extensão, incluindo muitas atividades de campo, havendo a possibilidade de bolsas (PIBIC, PUB, CNPq e FAPESP).

Para participar da seleção contínua, o candidato deverá enviar para gema.esalq@usp.br, os seguintes documentos:

- Cópia do histórico escolar**
- Currículo incluindo as atividades desenvolvidas durante a graduação**

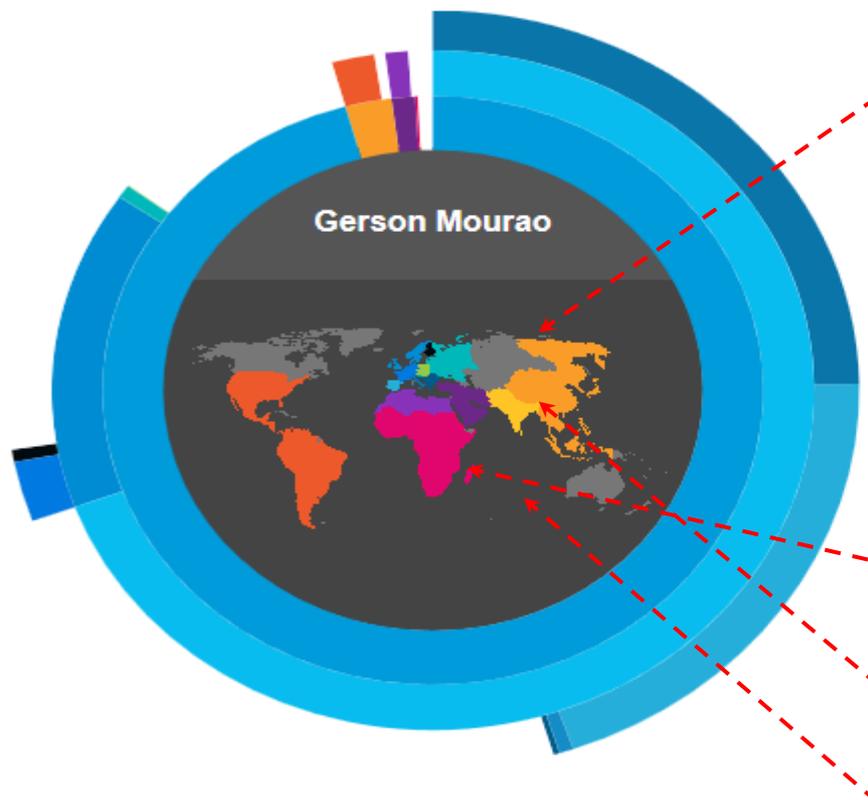
Uma pequena diversão!



Genômica Pessoal

Map View

Sub-regional Resolution



Gerson Mourao's Ancestry Composition results were updated on February 18, 2015.

Ancestry Composition tells you what percent of your DNA comes from each of 31 populations worldwide. This analysis includes DNA you received from all of your recent ancestors, on both sides of your family. The results reflect where your ancestors lived before the widespread migrations of the past few hundred years.

95.7%	European
24.7%	Southern European
19.9%	Italian
0.5%	Iberian
0.2%	Sardinian
0.2%	Balkan
24.0%	Broadly Southern European
2.6%	Northern European
0.5%	French & German
12.1%	Finnish
0.6%	Broadly Northern European
< 0.1%	Eastern European
10.4%	Ashkenazi
10.4%	Broadly European
2.3%	East Asian & Native American
1.8%	Native American
0.4%	Broadly East Asian & Native American
1.2%	Middle Eastern & North African
1.0%	North African
0.2%	Broadly Middle Eastern & North African
0.1%	Sub-Saharan African
0.1%	Broadly Sub-Saharan African
< 0.1%	South Asian
0.7%	Unassigned
100%	Gerson Mourao

Uso destas informações

Promethease Report

Version: 0.1.162

Generated: 2015-02-20 16:33

Infile: genome_Gerson_Mourao_Full_20150218213005.txt
infile /tmp/tmp3xHX0K

Reference Population CEU

18527 genotypes annotated

[UI version 2](#) interactive report

Good news

[..more..](#)

Bad news

[..more..](#)

[Help](#) interpreting your results.

[Show Everything](#)

Boas e más notícias

Promethease

gs144
4 Magnitude
20150107 Geno time



Male Male.

rs1799807(G;G)
Bad Repute
4 Magnitude
5 CLNSIG
0% Frequency
0.008264 GMAF
2 References
BCHE Gene
3 Chromosome
165830741 Position
4 Max Magnitude
20150203 Rs time
minus Stabilized
minus Orientation

Homozygous for 'atypical' BuChE; see warning re drug (incl. anesthetic) use
...more...

BCHE Cholinesterase Inhibitor Avanços em Seleção Genômica Gerson Barreto Mourão - gbmourao@usp.br
ClinVar Pathogenic Postanesthetic apnea BCHE

Traduzindo: tenho uma variante genética negativa do butirilcolinesterase, que me confere probabilidade muito maior que a média populacional para apresentar problemas de respostas às drogas anestésicas! ;(

Boas notícias

Promethease

rs1229984(G;G)
Good Repute
0 Magnitude
255 CLNSIG
100% Frequency
0.2117 GMAF
32 References
ADH1B Gene
4 Chromosome
99318162 Position
0 Max Magnitude
20150203 Rs time
minus Stabilized
minus Orientation

normal; more frequent alcohol consumption...less...

A SNP in rs1229984 encodes a form of the alcohol dehydrogenase ADH1B gene that significantly reduces the clearance rate of alcohol from the liver. This SNP is also known as Arg48His, with the (G) allele corresponding to the Arg and the (A) to the His. Known in the literature as ADH2*2 or sometimes ADH1B*2, the allele with increased activity (meaning more rapid oxidation of ethanol to acetaldehyde) is His48, encoded by rs1229984(A). Individuals with two ADH2*2 alleles, ie genotypes rs1229984(A;A) are more likely to have a somewhat reduced risk for 3,800 cases of 'upper aerodigestive tract cancer' (including larynx, voice box, and esophageal cancer) than rs1229984(A) allele (in dbSNP ori

Traduzindo: meu fígado deve converter e metabolizar o álcool muito mais rapidamente e eficientemente, e menor chance de alcoolismo que a média da população! ;)

Alcoholism Cancer Migraines Pharma DMET

ClinVar Other Alcohol dependence AERODIGESTIVE-TRACT CANCER

Avanços em Seleção Genômica - Gerardo Carreto Mourão - gbmourao@usp.br

Obrigado!



Gerson Barreto Mourão

Zootecnista, Dr.

Professor Departamento de Zootecnia - LZT

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ

Universidade de São Paulo – USP

gbmourao@usp.br