

FORMAÇÃO DE GENÓTIPOS MAIS ADAPTADOS À PRODUÇÃO LEITEIRA NOS TRÓPICOS

Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto¹
 Roberto Luiz Teodoro²
 Rui da Silva Verneque³

Introdução

Desde a domesticação das espécies bovinas atuais, o homem deu início à manipulação artificial dos fenótipos para o melhoramento de várias características de seu interesse. Porém, foi a partir do final do século XIX, nos países temperados, que a aferição sistemática dos animais para as características de importância econômica, a colheita e análise de dados, a utilização ampla e organizada da inseminação artificial (IA), a disponibilidade de recursos computacionais e biotecnológicos, e a estrutura centralizada de tomada de decisões possibilitaram considerável progresso genético nos programas de seleção para tais características.

No Brasil, as diversas raças bovinas se desenvolveram a partir da introdução das raças Ibéricas (*Bos taurus*) trazidas pelos colonizadores portugueses. Estas raças evoluíram, tornando-se adaptadas aos diferentes ambientes tropicais, dando origem às raças naturalizadas brasileiras, ditas *crioulas*. A ênfase mundial dada à produtividade, em função da demanda por alimentos de origem animal, principalmente nos trópicos, fez com que, no final do século XIX, fossem importadas diversas raças (*Bos taurus* e *Bos indicus*), até então exóticas, e houvesse uma intensa substituição, que levou à prevalência de poucas raças leiteiras no país. Dentre estas, é notável a participação da raça Holandês (*B. taurus*) e algumas raças zebuínas (*B. indicus*), tais como Guzerá e Gir.

A partir das raças européias especializadas e das raças indianas rústicas, os cruzamentos foram amplamente realizados no início do século passado, visando ao desenvolvimento de uma população leiteira adaptada às condições tropicais. As raças européias especializadas restringiram-se ao sul da região Sudeste, de clima mais ameno. Em decorrência da intensa prática de cruzamento entre raças, verifica-se, hoje, que a maior parte dos rebanhos bovinos leiteiros são constituídos por animais mestiços e que estes são responsáveis por grande parte do leite bovino produzido no país, estimado em 25 bilhões de litros no ano de 2007 (Embrapa, 2007). A maior produção de leite concentra-se na região Sudeste, sendo Minas Gerais o maior produtor de leite do país (cerca de 7 bilhões de litros).

Em meados do século passado, programas organizados e amplos de melhoramento genético bovino para diversas características leiteiras foram implantados nos países desenvolvidos. Atualmente, vários países do mundo conduzem programas de melhoramento genético com as diferentes raças bovinas para atender à crescente demanda por alimentos de origem animal. No Brasil, a primeira iniciativa institucional se deu em 1976, pela recém-criada Embrapa Gado de Leite, na tentativa de se desenvolver o mestiço leiteiro brasileiro. Em 1985, foi implementado o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro com base no teste de progênie. Posteriormente, em 1994, deu-se o início de programa de melhoramento para características leiteiras na raça Guzerá, utilizando também o esquema de núcleo MOET de seleção.

Conceitos importantes

Antes de tudo, faz-se necessário rever conceitos relevantes à compreensão do tema aqui tratado. Dos mais fundamentais são os conceitos de fenótipo e genótipo. O fenótipo traduz a expressão de uma característica por meio da ação genética, do ambiente e da interação entre eles, em diferentes intensidades, conforme a característica. O genótipo é resultado das diferentes combinações de alelos, ou variantes genéticas, em um gene ou nos vários genes, que influencia(m) uma característica. Contribui para a fração genética que determina o fenótipo. Do conhecimento destes fatores, expressa-se um conceito, de extrema importância na definição de estratégias de melhoramento animal: a herdabilidade, ou seja, a fração da variação fenotípica em uma característica que é determinada pela ação gênica, parte da qual é transmitida à descendência.

¹ Médica Veterinária, DSc/Genética e Melhoramento Animal, Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite
² Médico Veterinário, DSc/Genética e Melhoramento Animal, Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite
³ Zootecnista, DSc/Estatística e Experimentação Agronômica, Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite

SP 3820

P. 134

SP 3820
P. 134

Resta-nos, então, conceituar o ambiente, como a somatória dos efeitos externos que influenciam a expressão ou fenótipo de uma característica. Exemplos simples são as condições nutricionais, a ocorrência de enfermidades e as condições climáticas a que são submetidos os indivíduos desde a gestação até a vida adulta. Mais complexa, porém compreensível, é a interação genótipo x ambiente, que resulta da possibilidade dada à fração genética de expressar seu efeito sobre a característica diante das diferentes condicionantes de ambiente.

Não menos relevante, faz-se à compreensão do que denominamos adaptação. A adaptação dos seres vivos é o processo de mudança nas suas características físicas e comportamentais, ocasionadas por mutações e selecionadas pelo meio, que lhes permitem viver em um determinado ambiente. A idéia de adaptação pressupõe em sua acepção lógica que uma coisa esteja adaptada a uma outra que é exterior a ela: A está adaptado a B. Sob a ótica da teoria da evolução pela seleção natural, o surgimento de novas espécies se dá pela herança de características morfológicas, fisiológicas e psicológicas por alguns indivíduos, as quais lhes conferem vantagens quanto à sobrevivência e reprodução. A vantagem reprodutiva faz com que as características mais vantajosas se tornem mais frequentes nas gerações seguintes, e às espécies ou indivíduos sobreviventes denominamos: mais adaptados.

Finalmente, devemos situar os trópicos. A palavra "trópicos" é naturalmente derivada dos Trópicos de Câncer e Capricórnio, os paralelos na latitude 23,5° ao norte e ao sul, que indicam os limites externos das áreas onde o sol pode estar sempre no zênite. Em geral, entende-se que as áreas tropicais se encontram principalmente entre aquelas duas linhas. Entretanto, não é simples delimitar e dimensionar os Trópicos, devido à complexidade desta tarefa no que diz respeito aos aspectos geográficos físicos, econômicos e humanos envolvidos. Os limites das áreas tropicais não coincidem precisamente com os dos paralelos, podendo ou não incluir os desertos e os subtropicais. Na prática, o termo Trópicos se aplica às terras de temperatura moderadamente alta e elevado índice de umidade durante a maior parte do ano. Aproximadamente, um terço da superfície do globo situa-se na zona tropical, onde vive cerca de 30% da população mundial, e na qual muitos países são subdesenvolvidos.

Características de Interesse à Produção Leiteira nos Trópicos

O diagnóstico da produção animal mundial realizado pela FAO evidencia índices ainda baixos de produção/produtividade na maioria dos países tropicais, embora este cinturão contenha fração expressiva da população bovina mundial e países em que a agropecuária atingiu níveis elevados de produtividade. As causas são várias, mas a principal relaciona-se à disponibilidade e qualidade do alimento para os animais. Os custos com alimentação são, portanto, os que mais oneram os sistemas de produção leiteira e aumentam o preço final dos produtos lácteos. Além disto, temperatura e umidade elevadas favorecem o desenvolvimento de doenças de causa microbiana e parasitária e prejudicam a eficiência reprodutiva. As condições climáticas, ainda sob o aspecto sanitário, também não favorecem a qualidade e conservação de produtos de origem animal. Em síntese, os bovinos não produzem, eficientemente, leite, carne, trabalho e esterco para atender à demanda nos trópicos.

As raças bovinas de alta produtividade e precocidade reprodutiva, desenvolvidas nas condições de clima temperado da Europa, não se adaptaram bem às condições de ambiente prevalecentes no país. Por outro lado, as raças originárias da Índia, conhecidas como gado Zebu, embora não fossem especializadas, adaptaram-se bem a tais condições, que não se diferiam muito das condições adversas nas quais evoluíram. As raças zebuínas leiteiras, em geral, ainda pouco especializadas para a produção de leite, possuem características como a resistência ao calor excessivo e à alta umidade relativa do ar, capacidade de utilizar alimentos grosseiros e de baixa qualidade nutricional, costume de pastear de dia e à noite, menor requerimento calórico e protéico para manutenção, resistência a ecto e endoparasitos, dentre outras, que as destacaram das raças européias nas regiões tropicais do país. Como raças puras ou mestiças, o genoma zebuino está presente na maioria do efetivo bovino nacional, tanto para leite quanto para carne, garantindo a produção animal, especificamente, nas condições adversas do país.

Programas de Melhoramento Para Características Leiteiras nos Trópicos

O melhoramento genético para características leiteiras nos trópicos baseia-se na realização de programas de seleção e cruzamento. Seleção implica em dar aos indivíduos geneticamente superiores maior chance reprodutiva. Cruzamento significa promover o acasalamento entre raças ou linhagens geneticamente distintas.

Quando se fala em formação de genótipos, pensa-se, geralmente, em cruzamentos. Mas a seleção é uma importante ferramenta para modificar a frequência dos genótipos na população na direção dos genótipos mais favoráveis em características de interesse econômico aos sistemas de produção de leite, estabelecendo a cada geração populações mais especializadas. Os programas de seleção podem ser

direcionados para o melhoramento de raças européias especializadas, criadas sob condições tropicais, raças nativas e raças zebuínas adaptadas, porém, não ou pouco especializadas.

No Brasil, os programas de melhoramento com base na seleção foram implementados inicialmente, para as raças Holandês, em função de sua especialização e ampla disseminação em algumas regiões, e para as raças Gir e Guzerá, em função do potencial leiteiro e adaptação aos trópicos. Em um primeiro momento, não apenas devido ao interesse em determinadas características, particularmente, mas também devido à complexidade de se trabalhar com um número maior delas, os programas incluíram inicialmente a produção de leite e gordura. Posteriormente, características ligadas à conformação e ao manejo. Em seguida, passaram a ser consideradas outras características como produção de proteína e gordura e, mais recentemente, sólidos totais começou a ser avaliada. Na raça Gir já foram publicados os resultados da avaliação de 161 touros avaliados no teste de progênie e na raça Guzerá de 55 touros no teste de progênie e de 72 famílias MOET. Os resultados da tendência genética nestas raças são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. As taxas de progresso genético relatado nas raças Gir e Guzerá sob seleção para leite são positivas, no entanto, poderiam ser ainda maiores (Verneque et al., 1996, Peixoto et al., 2006).

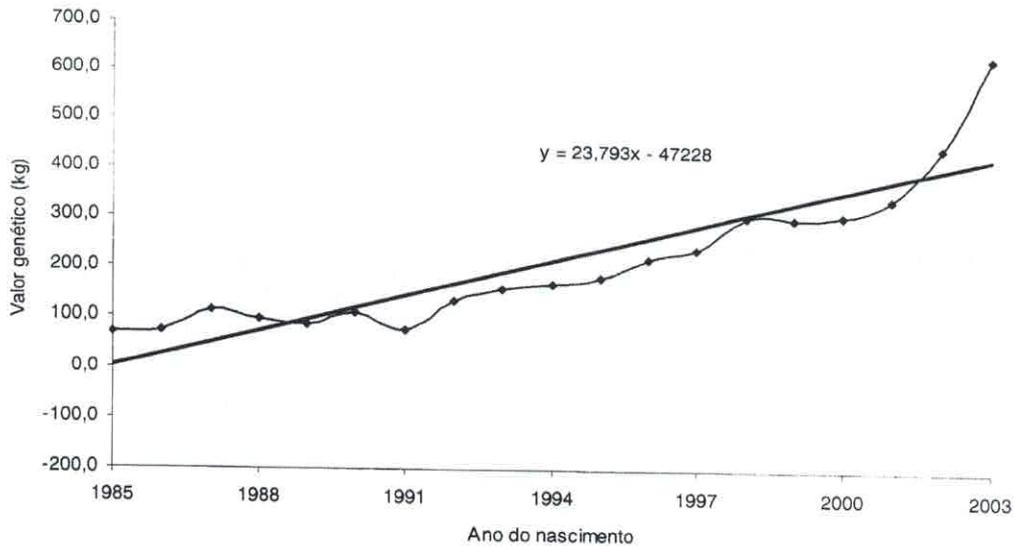


Figura 1. Tendência dos valores genéticos para produção de leite das vacas pertencentes aos rebanhos colaboradores do teste de progênie da raça Gir.

Fonte: Verneque (2007, Comunicação pessoal)

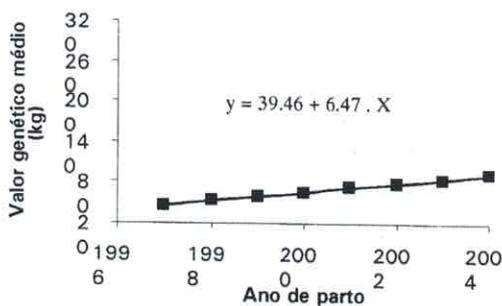


Figura 2. Tendência dos valores genéticos médios (kg de leite) das vacas pertencentes aos rebanhos Guzerá para leite, em função do ano de parto

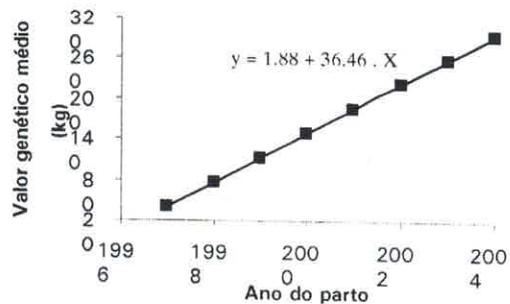


Figura 3. Tendência dos valores genéticos médios (kg de leite) das vacas pertencentes aos núcleos MOET aberto de seleção em Guzerá para leite, em função do ano de parto.

Fonte: Peixoto et al. (2006)



Atualmente, as ferramentas moleculares, com base no DNA, vêm sendo introduzidas como informação complementar, para proceder à conhecida seleção assistida por marcadores. E várias têm sido as características que passaram, então, a interessar à bovinocultura de leite, em função de seu estreito relacionamento com a viabilidade econômica e qualidade do leite produzido. Dentre elas, espera-se que, em futuro próximo, a contagem de células somáticas, a idade ao primeiro parto, a resistência a endo e ectoparasitos e a eficiência na conversão alimentar sejam incluídas nas avaliações genéticas de touros e vacas dos rebanhos integrantes dos programas nacionais de melhoramento genético.

A estratégia de melhoramento seguinte trata-se do cruzamento, com vistas ou não à formação de novas raças. Os cruzamentos exploram os fenômenos de complementaridade e heterose. Por complementaridade entende-se a possibilidade de indivíduos de uma raça, com frequência maior de alelos favoráveis em genes que influenciam o fenótipo para uma característica, em consequência da seleção, transmiti-los aos produtos do cruzamento com indivíduos de outra raça, com baixa frequência destes alelos. A complementaridade está relacionada à fração aditiva dos genes que influenciam uma característica. Por heterose, a superioridade média dos produtos do cruzamento em relação à média dos pais para uma determinada característica, devido à superioridade intra-locus de alguns alelos sobre os demais, em frequências diferentes e extremas para cada raça. Heterose, então, relaciona-se a características em que os efeitos de dominância são mais relevantes. Em termos práticos, a heterose é explicada pelo aumento da heterozigose nos indivíduos resultantes dos cruzamentos e é devida a duas possíveis causas: a contribuição intra-locus (dominância) e entre locus (epistasia). Os resultados dos cruzamentos, portanto, são tanto maiores, quanto mais distintas, geneticamente, forem as raças.

As alternativas de cruzamento baseiam-se, portanto, na combinação de dois métodos, um deles é a maximização e retenção da heterose através do uso otimizado de combinações de raças e sistemas de cruzamentos, e outro a seleção das raças componentes, para melhorar os valores genéticos aditivos. Dentre os cruzamentos utilizados para os sistemas de produção de leite, destacam-se os cruzamentos rotacionados simples com duas ou mais raças, rotacionado com repetição do europeu, absorvente, formação de nova raça e produção de fêmeas F1.

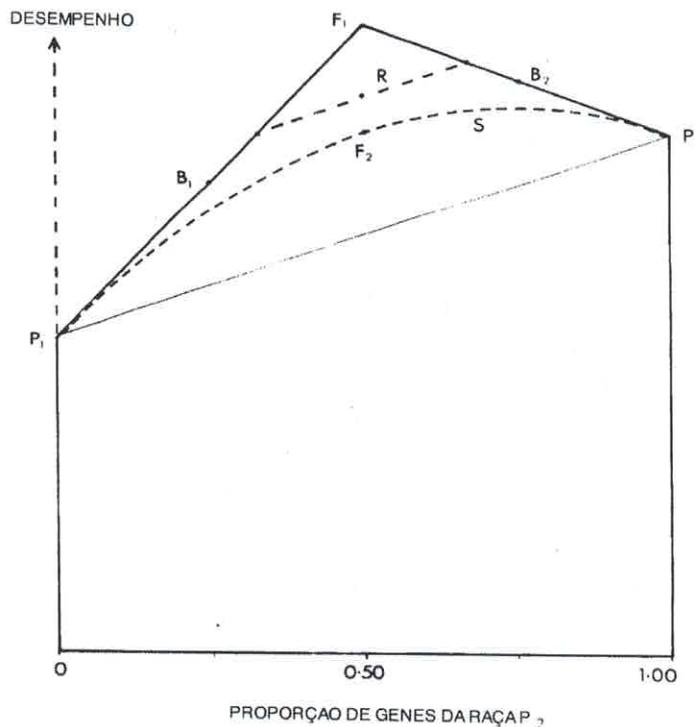


FIGURA 1 – Desempenho esperado em sistemas de cruzamento rotacional (R) e Sintético (S)

Os cruzamentos rotacionados visam a manter o máximo de heterose geração após geração, no entanto, com o tempo ocorre perda gradativa de homogeneidade. O rotacionado com repetição de raças especializadas e o absorvente, permitem aos rebanhos de melhor manejo maior aproveitamento das raças especializadas. A formação de uma nova raça exige um número grande de animais para se alcançar os

resultados pretendidos e, embora procure manter a homogeneidade, isto ocorre a longo prazo e a perda de heterose também prejudica este cruzamento. Atualmente, a formação de fêmeas F1, nas quais a heterose é máxima, tem sido preconizada. Neste esquema as vacas F1 serão repostas continuamente com novilhas F1. A dificuldade desta alternativa reside na necessidade de se manter amplos rebanhos de raças puras destinados ao cruzamento, o que tende a ser contornado pela adoção das técnicas reprodutivas e MOET e fertilização "in vitro".

Cunningham e Syrstad (1987) apresentaram uma extensa revisão sobre alternativas de cruzamentos para a produção de leite nos trópicos e com base nesta revisão, são apresentadas aqui algumas das estratégias propostas. Considerando-se que o modelo reunindo os efeitos aditivos e de dominância é apropriado para estimar o desempenho de qualquer grupo resultante de cruzamentos, apresenta-se na Figura 1 o desempenho esperado em sistemas de cruzamentos rotacionais (R), retrocruzamentos (B_1 e B_2), e o desenvolvimento de populações sintéticas (S), utilizando-se duas raças (P_1 e P_2).

As tentativas de formação de raças leiteiras por meio de cruzamentos foram muitas no século passado e, em vários rebanhos, de forma desorganizada. Embora para as características relacionadas ao "tipo", a padronização fosse mais facilmente atingida, os estudos evidenciaram que a perda dos benefícios da heterose nas características de interesse econômico após a primeira geração do cruzamento (F1), tanto maior, quanto menor o número de raças utilizadas, mesmo se associado à seleção, era de difícil recuperação. Vários estudos, então, foram conduzidos com o objetivo de se avaliar os indivíduos de diferentes composições genéticas e se estabelecer uma diretriz para os rebanhos mestiços.

Na maioria das fazendas de produção de leite do Brasil central predomina animais mestiços de raças européias e zebus. Entretanto, os cruzamentos geralmente não são sistematizados, levando a uma grande diversidade de graus de sangue nos rebanhos, o que dificulta a aplicação de práticas de manejo e alimentação adequadas. De um modo geral, os criadores utilizam touro Holandês por um período e, quando surgem animais menos rústicos, retornam com touro zebu, geralmente da raça Gir ou Guzerá. Outros criadores mantêm o touro Holandês nas vacas em lactação e o zebu nas vacas secas e novilhas. Entretanto, são ainda constantes os questionamentos de técnicos e criadores sobre a maneira mais adequada de se utilizar os recursos genéticos existentes, sendo importante à avaliação dos cruzamentos e a definição de esquemas apropriados para cada nível de manejo. Uma outra alternativa de cruzamentos é a utilização de uma segunda raça européia, geralmente a Pardo-Suíça, a Jersey ou a Simental, nos cruzamentos entre o Holandês e o Zebu, obtendo-se animais denominados "tricross".

Muitos rebanhos têm sido avaliados isoladamente e com resultados geralmente satisfatórios. Entretanto, uma recomendação generalizada baseada nestes resultados pode não ser o ideal, uma vez que estes resultados são específicos para uma situação e condição de manejo. São necessários experimentos especificamente delineados ou condições que permitam comparações de diferentes grupos genéticos ao mesmo tempo e se possível em variadas situações de manejo (Bijma e van Arendonk, 1998, van der Werf et al., 1998).

Poucos estudos têm sido feitos sobre o assunto, provavelmente porque este é um problema dos trópicos e não há um verdadeiro interesse dos países desenvolvidos em solucioná-lo. O Brasil tem sido o país onde mais se tem pesquisado sobre o assunto, apesar de muito pouco em relação à grande população e utilização de gado mestiço para a produção de leite. Entre as muitas opções de cruzamentos as seguintes são as mais comuns e viáveis de serem executadas (Teodoro et al. 1996):

- 1) absorção por uma raça européia especializada, no caso a Holandesa, consistindo na utilização contínua de touros Holandeses até atingir o puro por cruza (PC);
- 2) cruzamento alternado simples, o mais utilizado na prática, em que se alternam as raças paternas a cada geração, obtendo-se animais com aproximadamente 3/4 Holandês : 1/4 Zebu e 3/4 Zebu: 1/4 Holandês (HZ);
- 3) cruzamento alternado modificado, onde se repete uma raça por mais de uma geração, neste caso a Holandesa, e retorna com a outra, no caso a Zebu, obtendo-se animais com aproximadamente 7/8 Holandês : 1/8 Zebu (HZ), podendo-se chegar ainda até 15/16 Holandês, se as condições de manejo e alimentação forem satisfatórias;
- 4) formação de uma nova raça sintética, ou seja, o acasalamento entre touros e vacas mestiças, geralmente de um mesmo grau de sangue, por exemplo, o Pitangueiras, Santa Gertrudis, Girolanda, etc;
- 5) utilização contínua de vacas 1/2 sangue Holandês-Zebu (F_1).

Experimento realizado pela Embrapa Gado de Leite, durante aproximadamente 20 anos, comparou cinco alternativas de cruzamentos descritas anteriormente, em 60 fazendas colaboradoras, classificadas em dois níveis de manejo. Um, comum, considerado de baixo nível de manejo tecnológico, cuja média de produção era inferior a 9 kg de leite/vaca/dia e outro melhorado, considerado de alto nível de manejo para gado mestiço (média acima de 9 kg de leite/vaca/dia), mas não o suficiente para uma exploração de animais holandeses puros.

Utilizaram-se 527 fêmeas de seis diferentes composições genéticas Holandês (H): Zebu (Z) para testar estas cinco alternativas. Estas composições foram: 1/4, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8 e \square 31/32 H. A absorção por Holandês foi testada com os animais \square 31/32 H, a formação de nova raça com animais 5/8 bimestiços, o cruzamento alternado simples com animais 1/4 e 3/4 H, o cruzamento alternado com repetição do Holandês com animais 1/2, 3/4 e 7/8 H e a reposição contínua com F₁ ou 1/2 sangue.

Considerando a formação de uma nova raça mestiça, não existe informação segura de que o grau de sangue mais conveniente seja o 5/8, mas este foi usado porque já existiam as matrizes necessárias. Da mesma forma, a existência de matrizes mestiças, no início do experimento, determinou a escolha da variedade de Holandês e da raça zebu; não havendo, a princípio, qualquer preferência por Holandês Vermelho e Branco sobre o Preto e do Guzerá sobre o Gir. Desta forma os animais experimentais foram produzidos a partir de matrizes já existentes, sem qualquer seleção, nas quais foi utilizado o sêmen de touros das raças Holandesa e Guzerá, processado por centrais brasileiras, e de touros 5/8 oriundos do mesmo rebanho das matrizes, touros estes com valores genéticos médios ou mesmo desconhecidos, refletindo a situação real predominante no meio criatório da região.

A etapa de produção e criação dos animais ocorreu na Fazenda Santa Mônica, localizada no município de Valença - RJ. Com a idade aproximada de 22 meses, as novilhas foram distribuídas a 60 fazendas cooperadoras, de diferentes níveis de manejo, localizadas em bacias leiteiras de maior produção na Região Sudeste do Brasil. As fazendas receberam, no mínimo, um grupo com seis animais (um de cada grupamento genético). Os grupos eram contemporâneos entre si, ou seja, apresentavam idades aproximadas. Uma vez distribuídos, os animais eram manejados seguindo os critérios utilizados pelo fazendeiro. Todos os animais, assim como as contemporâneas de rebanho foram acompanhados zootecnicamente até o fim de sua vida útil.

Os resultados obtidos para a idade e peso à puberdade e idade a primeira concepção mostraram melhores desempenhos para os animais 1/2 sangue (Teodoro et al., 1984). Para o intervalo de partos, os animais 1/2 sangue foram superiores em fazendas de nível baixo de manejo e os 5/8 para as de nível alto (Lemos et al., 1992). Os animais 1/2 sangue (F₁) apresentaram maior heterose, traduzido em maior precocidade e peso ao início da função sexual (Madalena et al., 1990).

Estudaram-se também as infestações por bernes, carrapatos e parasitos intestinais, verificando-se maiores cargas para os animais com maior percentagem de genes de Holandês. A resistência conferida pelo zebu, aliada a outros atributos relativos à adaptação ao ambiente tropical, constitui uma das justificativas para sua utilização em cruzamentos (Lemos et al., 1985).

Resultados de características à primeira lactação podem ser observados na Tabela 1. Nas fazendas de nível alto de manejo, os animais 1/2, 3/4, 7/8 e \square 31/32 H apresentaram produções aproximadas e foram os que tiveram melhor desempenho. As 1/2 sangue produziram mais gordura e proteína no leite. Nas fazendas de nível baixo, a expressão da heterose foi maior para este nível de manejo e os melhores resultados foram observados para os animais 1/2 sangue, seguidos dos 3/4 e 7/8.

Tabela 1. Características de primeira lactação, em animais de seis graus de sangue Holandês-Zebu, em fazendas de dois níveis de manejo.

| Grau de Sangue | Duração da Lactação (dias) | Nível Alto | | | Nível Baixo | | | |
|----------------|----------------------------|-------------|--------------|---------------|----------------------------|-------------|--------------|---------------|
| | | Produção de | | | Duração da Lactação (dias) | Produção de | | |
| | | Leite (kg) | Gordura (kg) | Proteína (kg) | | Leite (kg) | Gordura (kg) | Proteína (kg) |
| 1/4 | 211 | 1.396 | 55 | 48 | 268 | 1.180 | 54 | 40 |
| 1/2 | 305 | 2.953 | 132 | 100 | 375 | 2.636 | 114 | 83 |
| 5/8 | 191 | 1.401 | 46 | 43 | 283 | 1.423 | 59 | 45 |
| 3/4 | 329 | 2.981 | 121 | 94 | 367 | 2.251 | 94 | 70 |
| 7/8 | 295 | 2.821 | 104 | 84 | 304 | 1.672 | 66 | 51 |
| H | 365 | 3.147 | 113 | 93 | 258 | 1.226 | 49 | 38 |

Fonte: MADALENA et al. (1990)

Para uma avaliação dos esquemas mais adequados de cruzamentos a serem recomendados, utilizaram-se dados de produção de leite, gordura e proteína, idade ao primeiro parto, mortalidade, consumo de concentrados, custo da novilha, etc, obtendo-se uma indicação mais segura do melhor esquema a ser utilizado, baseado na rentabilidade diária (Tabela 2).

Tabela 2. Produção média de leite, respectivo erro-padrão (EP), e desempenho econômico na vida útil, nas diferentes alternativas de cruzamentos em 60 fazendas colaboradoras, na região Sudeste do Brasil.

| Alternativa de cruzamento | Produção de leite (kg) ¹ | | | | Lucro líquido/kg de leite (R\$) ² | |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|-------------|--|----------|
| | Manejo A | | Manejo B | | Manejo A | Manejo B |
| | n | Média ± EP | n | Média ± EP | | |
| 1. Meio-sangue (F ₁) | 21 | 2.953 ± 193 | 59 | 2.636 ± 107 | 0.04 | 0.14 |
| 2. Contínuo (Holandês PC) | 15 | 3.147 ± 215 | 58 | 1.226 ± 137 | 0.03 | -0.04 |
| 3. Alternado simples (HZ) | 42 | 2.189 ± 194 | 118 | 1.716 ± 129 | 0.02 | 0.11 |
| 4. Alternado modificado (HHZ) | 45 | 2.918 ± 193 | 113 | 2.186 ± 123 | 0.04 | 0.08 |
| 5. Nova raça ou bimestiçagem (5/8) | 14 | 1.401 ± 205 | 58 | 1.423 ± 137 | -0.01 | 0.06 |

¹ produção de leite na primeira lactação; ² preço do leite a R\$0,20/kg, considerando-se a receita com o descarte dos animais manejo A = manejo "melhorado", caracterizado por média diária por vaca entre 9 e 14 kg de leite (6 fazendas); manejo B = manejo "baixo ou comum", caracterizado por média diária por vaca abaixo de 9 kg de leite (54 fazendas).

Fonte: MADALENA et al. (1990)

Estudo de desempenho de animais no sistema de gado mestiço, a pasto, na Embrapa Gado de Leite, mostrou também um bom desempenho para os animais F₁ e os do cruzamento alternado, conforme se observa na Tabela 3. No mesmo período do trabalho anterior foi implantado na Embrapa Gado de Leite um experimento para avaliar a viabilidade dos cruzamentos tríplexes em gado de leite. O experimento foi delineado com o objetivo de comparar o desempenho de animais mestiços Holandês x Zebu com os oriundos da adição de uma segunda raça europeia (Jersey ou Pardo-Suíço) ao esquema alternado de cruzamento Holandês x Zebu (Teodoro, 1991).

Tabela 3. Médias e respectivos erros-padrão para desempenho produtivo e reprodutivo nas diferentes alternativas de cruzamentos, no sistema mestiço da Embrapa Gado de Leite¹, no período de 1989 a 1993.

| Alternativa de cruzamento | n | Produção de leite por lactação (kg) | Intervalo médio de partos (dias) | Produção de leite por dia de intervalo de partos (kg) |
|----------------------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------|---|
| 1. Meio-sangue (F ₁) | 21 | 3.770 ± 292 | 403 ± 20 | 8,90 ± 0,7 |
| 2. Contínuo (Holandês PC) | 59 | 2.755 ± 198 | 417 ± 14 | 6,99 ± 0,5 |
| 3. Alternado modificado (HHZ) | 166 | 2.757 ± 159 | 394 ± 10 | 7,52 ± 0,3 |
| 4. Bimestiçagem (5/8 a 3/4) | 50 | 2.636 ± 216 | 390 ± 15 | 7,18 ± 0,5 |

¹ Sistema caracterizado pelo uso de pastagens de brachiária nas áreas montanhosas e capim-elefante e setária nas áreas de baixada.

Fonte: LEMOS et al. (1997)

Três grupos genéticos oriundos do acasalamento de fêmeas Holandês com touros Holandeses, fêmeas Gir com touros Holandeses, Jersey e Pardo-Suíço, sendo o primeiro grupo cruza de duas raças (Holandês e Gir) e os outros dois grupos cruza de três raças, o chamado "tricross", foram comparados. Na Tabela 4, pode-se observar que para as características associadas à maturidade sexual, as "tricross" com Jersey foram mais precoces e mais leves e apresentaram menor intervalo de partos. Não houve diferença significativa entre as mestiças de Holandês e as "tricross" Jersey, com o grupo Holandês sendo superior ao "tricross" Pardo-Suíço quando considerada a produção de leite à primeira lactação. Para a duração da lactação, produção de gordura e proteína não houve diferença significativa entre os três grupos estudados. As produções de leite, gordura e proteína por intervalo de partos, foram iguais para os grupos Jersey e Holandês e menores para o Pardo-Suíço.



Tabela 4. Características relacionadas com a primeira lactação em animais “Tricross”, de acordo com a raça do pai.

| Raça do Pai | IPUB (meses) | IDP (meses) | PAP (kg) | DL (dias) | PL (kg) | PG (kg) | PP (kg) | IP (meses) |
|--------------------|--------------|-------------|----------|-----------|---------|---------|---------|------------|
| Holandês | 24,8 | 36,6 | 400 | 331 | 3.004 | 115 | 90 | 13,0 |
| Jersey | 21,5 | 32,1 | 359 | 290 | 2.633 | 108 | 78 | 12,3 |
| Pardo-Suíço | 26,2 | 37,9 | 407 | 298 | 2.480 | 104 | 83 | 12,5 |

IPUB = Idade à puberdade, IDP = Idade ao primeiro parto, PAP = peso ao parto, DL= duração da lactação, PL = produção de leite por lactação, PG = produção de gordura, PP = produção de proteína e IP = intervalo de partos.

Fonte: TEODORO (1991)

Estudos mais recentes evidenciaram a superioridade crescente dos animais com maior fração de genes Holandês (1/2 a 31/32) em condições de manejo de gado Holandês, resultados semelhantes aos obtidos por Madalena et al. (1991) nas condições de manejo “melhorado”. Entretanto, o erro-padrão associado às médias ajustadas reflete a perda de homogeneidade na produção após a geração F1 do cruzamento, um aspecto complicador do manejo. Estes resultados podem ser apreciados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e respectivos erros-padrão para o desempenho produtivo, produção de leite (PL), intervalo médio de partos (IP) e produção de leite por dias de intervalo de partos (PL/IP) de animais mestiços de diferentes composições genéticas Holandês - Gir

| Composição genética | n | PL (kg) | IP (dias) | PL/IP (kg/dia) | Autores |
|---------------------------|------|--------------|-------------|------------------------|------------------------|
| 1/2 H-G (F ₁) | 1165 | 3.549 ± 39a | 306 ± 1,9a | 9,0 ± 0,1 ^a | Glória et al. (2001) |
| 3/4 H-G | 675 | 4.332 ± 56b | 328 ± 2,5b | 10,6 ± 0,2b | |
| 7/8 H-G | 176 | 4.516 ± 116c | 337 ± 4,6b | 11,0 ± 0,3b | |
| 1/2 H-G (F ₁) | 428 | 3.673 ± 72d | 269 ± 3,9c | - | Freitas et al. (2001). |
| 3/4 H-G | 1148 | 3.937 ± 50c | 273 ± 2,7bc | - | |
| 7/8 H-G | 831 | 3.969 ± 57bc | 280 ± 3,1b | - | |
| 15/16 H-G | 545 | 4.051 ± 65bc | 283 ± 3,5b | - | |
| 31/32 H-G | 2284 | 4.376 ± 42a | 294 ± 2,3a | - | |

Os autores constaram a importância dos efeitos das variáveis ano do parto, associado ao manejo alimentar e valor produtivo dos animais, estação do parto, atribuído, além do manejo alimentar, às condições climáticas, e da idade ao parto, relacionada ao desenvolvimento - maturidade do animal e à prática de seleção, sobre a produção de leite e duração da lactação dos animais mestiços de diferentes composições genéticas. Freitas et al. (2001) ressaltaram também que animais com maior fração genética zebuína podem ter menor produção de leite em função das dificuldades de adaptação à ordenha mecânica e da necessidade da presença do bezerro ao pé.

Ao avaliar algumas características da vida produtiva de 8.607 vacas mestiças Holandês-Gir, distribuídas em 439 rebanhos, Valente et al. (2002) verificaram que a idade ao primeiro parto variou de 30,5 (7/8 H-G) a 31,3 meses (15/16 H-G), que a maior média de produção de leite em 305 dias à primeira lactação, 4.192 kg, foi das vacas 31/32 H-G e, duração da primeira lactação, 306 dias, foi das vacas 7/8 H-G. As vacas 31/32 H-G, no entanto, foram as que apresentaram maior produção de leite durante a vida, 8.204 kg, permanecendo em média por mais tempo nos rebanhos (5 anos) e deixando um número maior de crias (2). Estes resultados se assemelham aos encontrados por Madalena et al. (1991), Freitas et al. (2001) e Glória et al. (2001) com vacas mestiças em rebanhos de alto nível de manejo. Resultados de vários outros estudos de cruzamentos Europeu x Zebu em diferentes países tropicais, apresentaram a mesma tendência daqueles obtidos no Brasil, ou seja, as estratégias que mantêm o grau de sangue intermediário são as que apresentaram melhor desempenho produtivo e econômico (Teodoro et al. 1996).



Na Tabela 6 são apresentados os resultados da avaliação de 80 trabalhos de cruzamentos realizados em regiões tropicais, para mostrar a relação entre o desempenho produtivo e a proporção de genes das raças européias.

Tabela 6. Médias por quadrados mínimos e respectivos erros-padrão para características produtivas e reprodutivas em diferentes grupos genéticos, estimadas de um total de 80 conjuntos de dados, em áreas tropicais.

| Proporção de Genes da Raça Européia | PL (kg) | DL (dias) | IDP (meses) | IP (dias) | PLA (kg) |
|-------------------------------------|------------|-----------|-------------|------------|--------------|
| 0 | 1322 ± 47 | 259 ± 6 | 42,6 ± 0,55 | 458 ± 5,8 | 1058 ± 57,2 |
| 1/8 | 1637 ± 154 | 289 ± 17 | 37,7 ± 2,02 | 430 ± 18,3 | 1402 ± 181,5 |
| 1/4 | 1709 ± 69 | 280 ± 8 | 36,5 ± 0,85 | 426 ± 8,8 | 1384 ± 87,2 |
| 3/8 | 1766 ± 99 | 294 ± 15 | 35,7 ± 0,96 | 419 ± 9,4 | 1544 ± 93,5 |
| 1/2 (F ₁) | 2195 ± 30 | 309 ± 4 | 33,7 ± 0,35 | 415 ± 3,6 | 1973 ± 35,5 |
| 5/8 | 2046 ± 79 | 289 ± 12 | 34,5 ± 0,86 | 423 ± 8,1 | 1790 ± 80,0 |
| 3/4 | 2179 ± 44 | 317 ± 6 | 34,6 ± 0,45 | 445 ± 4,8 | 1828 ± 47,5 |
| 7/8 | 2243 ± 83 | 313 ± 12 | 35,5 ± 0,86 | 448 ± 8,5 | 1880 ± 84,4 |
| 1 | 2420 ± 59 | 325 ± 8 | 33,1 ± 0,68 | 456 ± 7,0 | 2031 ± 69,8 |
| F ₂ | 1725 ± 105 | 283 ± 10 | 37,1 ± 1,05 | 452 ± 9,9 | 1452 ± 98,8 |
| F ₃ | 1860 ± 177 | 309 ± 17 | 38,0 ± 2,99 | 441 ± 18,4 | 1565 ± 182,6 |
| F ₄ | 2659 ± 358 | 353 ± 35 | 39,6 ± 2,99 | - | - |

PL = produção de leite por lactação, DL = duração da lactação, IDP = idade ao primeiro parto, IP = intervalo de partos e PLA = produção anualizada de leite.

Fonte: REGE (1998)

Foram observados aumentos expressivos na produção de leite e melhoria da eficiência nas demais características, na medida em que a proporção de genes de europeu aumentava. Os resultados mostraram também que houve um ligeiro declínio no desempenho de animais F₂ e F₃ em relação aos F₁, entretanto não houve perdas significativas do F₃ em relação ao F₂, sugerindo que o acasalamento *inter se*, combinado com seleção, pode ser usado para criar uma população sintética com herança intermediária, como ocorreu no desenvolvimento de várias raças sintéticas, como o Australian Milking Zebu (AMZ) e o Australian Friesian Sahiwal (AFS).

Quanto à formação de raça, no Brasil, o programa do Ministério da Agricultura, o Procrusa, serviu de alicerce para a formação da raça Girolando. O programa de formação da raça contempla diversos graus de sangue até o 5/8 Holandês : 3/8 Gir. Com a oficialização da raça Girolando em 1996, foi implantado o programa de melhoramento da raça, baseado no teste de progênie, em uma parceria da Embrapa Gado de Leite com a Associação Brasileira dos Criadores de Girolando. Nestes 11 anos, já foram liberadas as provas de 20 touros avaliados para produção de leite, a partir de registros de lactação de 3.693 vacas em 130 rebanhos, com PTAs variando de 276 a -328 kg. A média atual da produção de leite em 305 dias de lactação é 3.268±1.647 kg e, da duração da lactação, 286±93 dias. O Programa já vislumbra para as próximas avaliações a meta de incorporar as características teor de proteína e gordura, e medidas lineares (Freitas et al., 2007).

Desafios Futuros

Diante do contexto difícil por que tem passado a bovinocultura de leite no país e face às questões ambientais e de saúde humana que têm se tornado de extrema importância em todo o mundo, torna-se imprescindível produzir economicamente, organicamente e de forma sustentável (Leite e Gomes, 2001, Verneque et al., 2007a). Sistemas alternativos, como a produção de leite a pasto, sistema silvo-pastoril, dentre outros, têm sido investigados sob diferentes aspectos, na tentativa de se desenvolver alternativa de criação ao produtor rural nos trópicos (Deresz et al., 2003). Da mesma forma, tem-se procurado compreender, do ponto de vista genético, a variação em características relacionadas à adaptação às



condições tropicais, com vistas à implementação de programas de melhoramento animal para estas características.

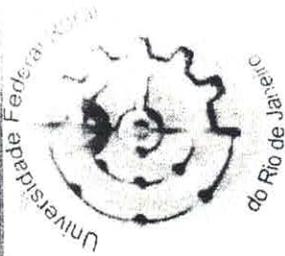
Dado à complexidade dos aspectos envolvidos no desempenho dos sistemas de produção de leite e manutenção na atividade, faz-se imprescindível à consideração de fatores como área e qualidade das pastagens; necessidade de suplementação; utilização de tecnologias; disponibilidade e custo de alimentos, implementos e insumos; clima; qualificação, utilização e disponibilidade de mão-de-obra; preço pago pelo leite e componentes; proximidade e demanda de laticínios e mercado consumidor; dentre outros, antes da definição sobre a introdução de uma raça ou cruzamento em uma propriedade leiteira (Guimarães et al., 2005; Verneque et al., 2007b). Madalena (1996) ressaltou que as avaliações da eficiência econômica de cada sistema alternativo de produção de leite devem antecipar a tomada de decisões, de modo a minimizar erros e riscos financeiros.

Apesar de todos os esforços conduzidos pela pesquisa e pelos programas de melhoramento de raças adaptadas aos trópicos, os índices produtivos da população bovina no país ainda são considerados insatisfatórios. Rebanhos participantes dos programas de melhoramento genético ou que possuem estrutura empresarial alcançaram, entretanto, índices elevados de produtividade animal, demonstrando a possibilidade de que este quadro se torne uma realidade na pecuária leiteira nacional. A produção de embriões "in vitro", embora tenha custos ainda elevados, já começa a ser utilizada comercialmente, e constituirá ferramenta para implantação dos sistemas de produção de leite com gado F1 (Hansen, 2006). Há que se incentivar o uso de touros provados para o melhoramento genético e eficiência econômica dos rebanhos de modo a garantir o fornecimento de leite à população e a permanência digna do produtor na atividade (Verneque, 2007).

Referências Bibliográficas

- BIJMA, P.; VAN ARENDONK J.A.M. Maximizing genetic gain using combined purebred crossbred selection. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. *Proceedings...* Armidale, 1998. v.25, p.463-466.
- CUNNINGHAM, E.P.; SYRSTAD, O. *Crossbreeding Bos indicus and Bos taurus for milk production in the tropics*. Rome: FAO, 1987. 90p.
- DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E. Sistemas de produção de leite a pasto: Caminhos e desafios. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, Santa Maria, 2003. Anais... Santa Maria : SBZ. 2003.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. 4 ed. Longman : New York. 1996.
- FREITAS, A.F.; COSTA, C.N.; BIZINOTTO, L.C. et al. Programa Nacional de Melhoramento da Raça Girolando. Teste de Progenie: Sumário de Touros 2007. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. 20p.
- GUIMARÃES, P.H.S.; MADALENA, F.E.; CÉZAR, I.M. Simulação dos efeitos dos preços de produtos e insumos na avaliação econômica de três sistemas alternativos de bovinocultura de leite. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.*, v.57, p.227-230, 2005.
- KINGHORN, B.; VAN DER WERF, J.; RYAN, M. *Melhoramento Animal: Uso de Novas Tecnologias*. Piracicaba: FEALQ, 2006. 367p.
- HANSEN, P.J. Realizing the promise of IVF in cattle – na overview. *Theriogenology*, v.65, p.119-125, 2006.
- LEDIC, I.L. *Gir o grande triunfo de nossa pecuária leiteira*. São Paulo : Petrópolis. 2000.
- LEITE, J. L.B.; GOMES, A.T. Perspectivas futuras dos sistemas de produção de leite no Brasil. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. (Ed.). *O agronegócio do leite no Brasil*. Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, 2001. p. 207-240.
- LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L.; OLIVEIRA, G.P. et al. Comparative performance of six Holstein - Friesian x Guzerá grades in Brazil, 3. Burdens of *Boophilus microplus* under field conditions. *Animal Production*, Edinburgh, v. 41, p. 187-191, 1985.
- LEMOS, A.M.; MADALENA, F.E.; TEODORO, R.L. et al. Comparative performance of six Holstein - Friesian x Guzerá grades in Brazil, 5. Age at first calving. *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto, v. 15, p. 73-83, 1992.
- LEMOS, A.M.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L. et al. Efeito da estratégia de cruzamentos sobre características produtivas e reprodutivas em vacas do sistema mestiço do CNPGL-EMBRAPA. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa. v.26, n. 4, p. 701-708, 1997.
- MADALENA, F.E.; LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L. Et al. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzerat crosse. *J. Dairy Sci.*, v.73, p.1872-1886, 1990.
- MADALENA, F.E. Pesquisa em cruzamentos de gado de leite: resultados econômicos. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG*, n.18, p.19-27, 1996.

- PEIXOTO, M.G.C.D.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L. et al. Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para leite: resultados do teste de progênie, do Arquivo Zootécnico e do Núcleo MOET. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007.
- PEIXOTO, M. G. C. D., VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R.L. et al. Genetic trend for milk yield in Guzerat herds participating in progeny testing and MOET nucleus schemes. *Genetics and Molecular Research*, V.5, p.454-465, 2006.
- REGE, J. E. O. Utilization of exotic germplasm for milk production in the tropics. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. *Proceedings...* Armidale, v.25,1998. p.193-200.
- TEODORO, R.L., LEMOS, A.M., BARBOSA, R.T. et al. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera grades in Brazil: 2 - Traits related to the onset of the sexual function. *Animal Production*, Edinburgh, v.38, n.2, p.165-170, Apr. 1984.
- TEODORO, R.L. *Estudo comparativo do desempenho de vacas mestiças Holandês: Gir e vacas do cruzamento triplice Jersey ou Suíço x Holandês Gir*. Viçosa, MG: UFV, 1991. 156 p. Tese Doutorado.
- TEODORO, R.L., MADALENA, F.E., SMITH, C. The value of F₁ dairy taurus-indicus embryos for milk production in poor environments. *Journal of Animal Breeding Genetics*, Berlin, v.113, p. 471-481, 1996.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia animal. Adaptação e meio Ambiente. Livraria Santos Editora : São Paulo. 1996.
- VAN DER WERF, J.H.J.; WEI, M.; BRASCAMP, E. W. Combined crossbred and purebred selection to maximize genetic response in crossbreds. In: WORLD GENETICS APPLIED TP LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. *Proceedings...* Armidale, 1998. v.18, p.266-269.
- VERNEQUE, R.S. et al. Seleção para objetivos econômicos em gado de leite. Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2006.
- VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L.; PEIXOTO, M.G.C.D. et al. Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro: Resultado do teste de progênie – Maio 2007. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007a.
- VERNEQUE, F.R.O.; VERNEQUE,R.S.; PEIXOTO, M.G.C.D.; ALVIM, M.I.S.A. Custos e resultados econômicos da atividade leiteira no estado de Minas Gerais, Brasil. In: REUNIÓN ALPA, 20, Cusco, 2007. Anales.Lima: APPA, 2007b. (no prelo)
- VIANA, J. A. C. *O Terceiro mundo não é assim: Está assim!* Belo Horizonte : FEP-MVZ Editora. 1999.
- WINKLER, R.; PENNA, V.M. O Guzerá. *Informe Agropecuário*, v.16, p.10-14, 1992.



**Núcleo de Estudo
em Bovinocultura**



IV SINEBOV

16 a 18 de outubro de 2007

**Amiteatro dos Zootecnistas
Instituto de Zootecnia - UFRRJ**

IN SINE BOV

Anais do IV Simpósio do
Núcleo de Estudos em
Bovinocultura

16 a 18
de
Outubro
de 2007



BEM ESTAR ANIMAL:
Pecuária com mais Produtividade e Melhor Qualidade.

**NEBOV - Núcleo de Estudos em
Bovinocultura**

