

COMO MELHORAR GENETICAMENTE OS SUÍNOS BRASILEIROS SEGUINDO O EXEMPLO AMERICANO



Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Cartilha

Como melhorar geneticamente os suínos brasileiros seguindo o exemplo americano

*Elsio Antonio Pereira de Figueiredo
Mônica Corrêa Ledur
Jane de Oliveira Peixoto
Autores*

*Embrapa Suínos e Aves
Concórdia, SC
2016*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Rodovia BR 153 - KM 110

89.715-899, Concórdia-SC

Caixa Postal 321

Fone: (49) 3441 0400

Fax: (49) 3441 0497

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Presidente: Marcelo Miele

Secretária: Tânia M.B. Celant

Membros: Airtton Kunz

Ana Paula A. Bastos

Gilberto S. Schmidt

Gustavo J.M.M. de Lima

Monalisa L. Pereira

Suplentes: Alexandre Matthiensen

Sabrina C. Duarte

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant

Revisão técnica: Gustavo J.M.M. de Lima e Teresinha M. Bertol

Revisão gramatical: Lucas S. Cardoso

Normalização bibliográfica: Claudia A. Arrieche

Editoração eletrônica: Vivian Fracasso

Foto da capa: Jairo Backes

1ª edição

Versão eletrônica (2016)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Suínos e Aves**

Figueiredo, Elsie Antonio Pereira de

Como melhorar geneticamente os suínos brasileiros seguindo o exemplo americano / Mônica
Corrêa Ledur, Jane de Oliveira Peixoto - Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 2016.

47p.; 29 cm.

1. Produção animal. 2. Melhoramento genético. 3. Suinocultura. I. Título. II. Série. III.
Figueiredo, Elsie Antonio Pereira de. IV. Ledur, Mônica Corrêa. V. Peixoto, Jane de Oliveira.

CDD. 636.082 1

©Embrapa 2016

Autores

Elsio Antônio Pereira de Figueiredo

Zootecnista, doutor em Melhoramento Genético Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

Mônica Corrêa Ledur

Zootecnista, doutora em Melhoramento Genético Animal, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

Jane de Oliveira Peixoto

Zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

Sumário

Introdução	07
Programas de seleção para produtores de raça pura	10
Como determinar os objetivos da seleção?.....	10
Teste básico de desempenho.....	11
Tomando as decisões de seleção.....	12
Selecionando e refugando cachacos.....	12
Selecionando e refugando fêmeas.....	13
Procedimentos para a avaliação de desempenho nos testes de granja	15
Programa básico.....	15
Identificação sequencial de todos os animais do rebanho.....	16
Registro de nascimento.....	16
Produtividade da porca.....	16
Crescimento.....	17
Idade a um peso constante.....	17
Ganho de peso durante o teste.....	18
Espessura de toucinho.....	18
Avaliação nos animais vivos.....	18
Peso ao nascer.....	18
Eficiência alimentar.....	18
Área do músculo do lombo (AOL).....	19
Porcentagem predita de carne (PPC).....	19
Preditor do valor genético e sua confiabilidade.....	19
Programa de DEP entre rebanhos.....	20
Programa de DEP dentro de rebanho.....	21
Programas comerciais que produzem as leitoas de reposição.....	23

Melhoramento genético de linhas maternas e paternas para garantir o desempenho dos sistemas de cruzamento terminal.....	25
Necessidade de linhas maternas e paternas especializadas.....	25
Objetivos da seleção em cada linha genética.....	27
Tomando as decisões de seleção.....	27
Seleção para múltiplas características em suínos.....	29
Índices de seleção.....	29
Exemplos de cálculo de índices de seleção para suínos.....	30
Índices utilizados no programa STAGES.....	31
Parâmetros estimados.....	33
Exemplo de cálculo para indexar os suínos.....	33
Uso da informação molecular na avaliação genética.....	35
Qual deve ser o protocolo de seleção em cada raça?.....	38
Nutrição básica específica de raças e de linhas puras em avaliação.....	40
Recomendações de controle sanitário em programas de melhoramento genético de suínos.....	43
Referências.....	45

INTRODUÇÃO

Os suínos utilizados na produção comercial brasileira, provêm de vários programas de melhoramento genético, sendo alguns de empresas multinacionais, e outros de empresas brasileiras, e também de produtores de raça pura. Algumas agroindústrias de carne suína produzem parte, ou todo o material genético utilizado nos rebanhos de multiplicação e comercial. As empresas brasileiras de genética, as agroindústrias e os produtores de raça pura registram os animais, de raça pura e cruzados, na Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Mas, da mesma maneira que os americanos, também os brasileiros necessitam de um referencial teórico, de recomendações técnicas e operacionais, e de equipamentos apropriados para os testes de desempenho, para a estimativa confiável do valor genético dos animais, e também para o uso adequado dos animais melhoradores, na estrutura piramidal do fluxo genético no sistema produtivo, o que ainda não existe no Brasil.

O melhoramento genético nos suínos inclui mais do que melhoramento da eficiência da produção suína. É necessário melhorar também a qualidade do produto, para garantir a sobrevivência da indústria suína. Para se alcançar essas metas, é necessário um programa sistemático, organizado, envolvendo os produtores de suínos, as organizações de suinocultores e os processadores de carne suína, a exemplo do que é feito nos Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, França e Alemanha, entre outros (Figura 1).

Por que seguir o exemplo americano? Grande parte das empresas que trazem material genético suíno para o Brasil, o trazem dos Estados Unidos (por questões de logística e de atestado zoonosológico), sendo que algu-

mas delas seguem o sistema americano de melhoramento genético. Com isso, o material genético que se tem no Brasil, não difere muito do existente nos Estados Unidos e, portanto, os índices de seleção utilizados lá, podem ser um ótimo ponto de partida para programas brasileiros (NATIONAL GENETIC EVALUATION, 2013).

Foto: Rogério M.L. de Campos



Figura 1. Ilustração de coleta de dados de carne/carcaça na indústria.

As características principais de um programa de melhoramento genético de sucesso incluem:

- ↳ Medições nos animais, das características economicamente importantes, de forma consistente e acurada.
- ↳ Análise dos dados e processos de avaliação genética apropriada e factível.

- ↳ Uso desses resultados na seleção do material genético.

Este documento traz algumas recomendações do programa da Federação Americana de Melhoramento Genético de Suínos (NSIF) (NSIF, 1997), servindo como referencial e fonte de recomendações para aqueles que necessitam de auxílio, na tarefa de melhorar geneticamente as raças e linhas de suínos comercializadas no Brasil.

No caso da NSIF e que também é importante para o programa brasileiro, busca-se:

Uniformidade: trabalhar para estabelecer processos uniformes e acurados, para medir e anotar os dados do desempenho dos suínos, que poderão ser úteis para as organizações participantes.

Desenvolvimento: auxiliar as organizações membros e (ou) suas afiliadas, no desenvolvimento de seus programas individuais, consistentes com as necessidades dos seus membros, e com a meta comum de todos os programas de formação de base de dados.

Cooperação: desenvolver cooperação entre todos os segmentos da indústria suína, na compilação e utilização dos dados de desempenho e de qualidade, para melhorar a eficiência da produção suína.

Educação: incentivar os membros para desenvolver programas educacionais, enfatizando o uso e interpretação dos dados de desempenho e de qualidade, no melhoramento da eficiência da produção suína.

Confiança: desenvolver confiança crescente da indústria suína, no potencial econômico dos testes de desempenho.

Também é necessário esclarecer que o conselho dos diretores da NSIF, aprova a publicação e a revisão periódica das recomendações para os programas de melhoramento genético de suínos, atualizando-a pela experiência, pela pesquisa e pela economia na indústria. Procedimento semelhante, também é necessário durante o desenvolvimento de um programa brasileiro, com objetivos semelhantes.

Deve-se ter em mente que um programa de melhoramento genético de suínos, deve vir acompanhado de um programa nutricional específico e, obrigatoriamente de um programa de controle sanitário específico, que no caso do Brasil, está regulamentado na IN 19/02 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para granjas de reprodutores suídeos certificadas (GRSC) (MAPA, 2002; CIDASC, 2006). Esses dois programas, e mais o conhecimento das Boas Práticas na produção suína, são indispensáveis para atuar nesse ramo de atividades. Indicações básicas para o programa nutricional e para o programa sanitário, são oferecidas no final desta cartilha.

Esta é uma contribuição técnica da Embrapa Suínos e Aves que, embora não seja inédita, é de extrema utilidade para os demais selecionadores de suínos, e para pessoas interessadas no melhoramento genético de suínos, principalmente, para aqueles interessados na compra de material genético, bem como na gestão e direcionamento dos acasalamentos pelas centrais de inseminação e que não são experts no assunto (Figura 2).

Os princípios e recomendações aqui contidos visam democratizar a informação entre as pessoas que transitam nesse tema e necessitam de um conhecimento básico para as suas tomadas de decisões. Para aqueles que são experts no assunto fica a oportunidade para a troca de ideias e oferta de sugestões para que o Brasil, por meio das suas entidades representativas dos vários segmentos da produção suína, possa ter um programa próprio de genética suína que seja estratégico e prospectivo. Os pesos e medidas aqui apresentados continuam no sistema inglês para não alterar as equações. Isto é, pesos aparecem em libras, sendo 1 libra = 0,453 Kg e medidas aparecem em polegadas, sendo 1 polegada = 2,5 cm. Portanto, infelizmente neste estágio, se quisermos seguir esse programa, ainda teremos de converter os nossos dados para utilizar tais equações e índices.



Foto: Lucas S. Cardoso/Embrapa

Figura 2. Ilustração de coleta de sêmen.

PROGRAMAS DE SELEÇÃO PARA PRODUTORES DE RAÇA PURA

Os produtores de raça pura necessitam de programas de seleção eficientes, para garantir o progresso genético para os seus clientes.

Como determinar os objetivos da seleção?

De acordo com a NSIF, os produtores de raça pura devem ter bem definido os objetivos e metas do melhoramento necessário em cada raça ou linha de suínos que eles criam. Tais metas, devem se ajustar aos pontos fortes de cada raça e serem delineadas para garantir necessidades específicas dos mercados alvo. Existem oportunidades para diferentes objetivos de seleção baseados em vários programas de cruzamentos, oportunidades de mercado, e sistemas de produção (confinamento versus sistemas ao ar livre, por exemplo) utilizados por clientes potenciais.

O tipo de sistema de cruzamento a ser utilizado, por clientes potenciais, deve ser considerado na decisão de quais características enfatizar na seleção, e quais raças e cruzamentos produzir. Alguns produtores comerciais, acasalam cachacos de crescimento rápido e de alta porcentagem de carne magra (reprodutores terminais), com fêmeas cruzadas, prolíficas (linhas maternas) para que todos os suínos resultantes desse cruzamento, sejam encaminhados para o abate. Outros produtores rotacionam reprodutores de diversas raças de duplo propósito, na produção de animais de abate e fêmeas de reposição. Raças utilizadas para produzir reprodutores terminais devem enfatizar características pós-desmama. Em raças maternas e de duplo propósito, os produtores devem selecionar os animais com base numa

combinação de características reprodutivas e de pós-desmama. Para produtos específicos, como carne *in natura*, e para mercados prêmio, há de se selecionar também para qualidade da carne. Para raças de excelente qualidade de carne, os produtores devem incluir tal característica nos seus programas de seleção, juntamente com outras características importantes. As raças Duroc e Berkshire são as que têm sido mais exploradas para qualidade da carne, pela sua superioridade em marmoreio e características relacionadas.

Na determinação dos objetivos de seleção, os selecionadores poderão também considerar os métodos de produção utilizados por clientes potenciais como, por exemplo, confinamento total com piso de concreto ripado, ou cabanas *igloo*, com leito de cama e parições ao ar livre. Um selecionador que comercializa animais, para rebanhos que mantêm as porcas em pastagem, pode ter uma ênfase de seleção um pouco diferente, daquele que vende cachaços e leitoas para sistemas confinados. Para clientes com produção em pastagem, o selecionador pode considerar temperamento como uma característica adicional no seu programa de seleção. Temperamento é importante, uma vez que o cliente necessita de porcas dóceis, com bom instinto materno, e que requeiram poucos cuidados. Tal sistema também necessita de cachaços ativos para acasalamento em baía, ou mesmo na pastagem.

Teste básico de desempenho

Produtores de raça pura necessitam produzir animais de alto potencial melhorador para os seus clientes. Para alcançar tal meta,

um programa efetivo de melhoramento genético é necessário. A maioria dos programas de seleção, inclui tanto seleção dentro de rebanho, como importação de cachaços ou sêmen, de fora do rebanho. Um programa efetivo de seleção dentro de rebanho deve ser bem organizado. As anotações de cada indivíduo devem ser coletadas na maior parte do rebanho, e processadas de tal maneira, em programas de avaliação genética, que estejam imediatamente disponíveis, para que seja possível fazer comparações que façam sentido. Na seleção de animais, as comparações válidas são possíveis apenas quando os selecionadores organizam grupos de contemporâneos apropriadamente.

Um grupo de contemporâneos adequadamente delineado inclui animais de mesmo sexo, e de ambiente comum. Os grupos de contemporâneos devem consistir de pelo menos 20 suínos de cinco leitegadas, e de dois ou mais cachaços. Idealmente, recomenda-se que um desses cachaços seja utilizado por outros selecionadores, resultando em laços genéticos entre rebanhos. Laços genéticos entre rebanhos são importantes para avaliações genéticas acuradas. A compra de sêmen é uma maneira comum para acessar tais reprodutores de referência, e proporcionar laços genéticos entre rebanhos. Ter um tamanho adequado para o grupo de contemporâneos é importante para avaliações genéticas confiáveis. Além disso, um grupo de contemporâneos não deve ter mais do que três a quatro semanas de variação em idade, para contribuir na redução das diferenças de ambiente.

Equipamentos e técnicas que permitam coletar dados de modo acurado devem ser utilizados. A acurácia do teste de desempenho

é melhorada pelo uso de pessoal técnico em equipamentos de ultrassom, que sejam certificados pela associação de criadores. Os selecionadores devem utilizar métodos de teste que consistam em registrar todas as leitegadas e fazer o teste de desempenho de pelo menos 50% dos suínos desmamados. Os dados devem ser processados de maneira rápida, pelos programas de avaliação genética. Os dados de desempenho são utilizados para prever o valor genético das características utilizadas na seleção dos melhores animais, para substituir cachaaos e porcas de valores genéticos mais baixos. Finalmente, os selecionadores devem planejar os acasalamentos, para evitar a consanguinidade.

Tomando as decisões de seleção

Com os programas de avaliação genética, os produtores podem receber relatórios do seu próprio rebanho, e sumários de reprodutores de outros rebanhos. Os sumários de reprodutores de outros rebanhos, podem ser utilizados para comparar cachaaos testados dentro da raça, e os relatórios do próprio rebanho podem ser utilizados para comparar animais dentro do rebanho. Tais relatórios fornecem índices de seleção, aos selecionadores, diferenças esperadas na progênie (DEPs) e acurácias, que são recalculados periodicamente devido à entrada de novos dados de desempenho no sistema. Os valores dos índices (calculados no mesmo ponto no tempo) podem ser utilizados para comparar animais dentro do rebanho e da raça, para os propósitos da seleção (SEE, 2009). Um exemplo de tais relatórios pode ser obtido na página eletrônica do programa americano “STAGES” (NATIONAL GENETIC EVALUATION, 2010a, 2010b).

Selecionando e refugando cachaaos

Na seleção dos cachaaos, primeiro devem ser determinadas as metas de seleção, de maneira que o índice apropriado, possa ser utilizado para ordenar os candidatos à seleção.

Se estiver selecionando cachaaos para cruzamentos terminais (isto é, cachaaço terminal cruzado com fêmea F1 para produção de animais de abate), deve ser usado o TSI (*Terminal sire index*) para escolher os melhores animais, pois esse índice enfatiza características pós-desmama.

Na seleção de cachaaos e leitoas de raças puras, para a produção das leitoas de reposição ou em programas de cruzamentos rotacionais, deve ser usado o MLI (*Maternal line index*) para escolher os melhores animais, pois esse índice enfatiza tanto características reprodutivas, como características pós-desmama, em proporções diferenciadas para cada raça.

Na seleção de cachaaos Large White para cruzar com porcas Landrace, ou de cachaaos Landrace para cruzar com porcas Large White, para a produção das matrizes F1, deve ser utilizado o SPI (*Sow productivity index*), pois esse índice enfatiza características reprodutivas das porcas F1.

Uma vez que o índice foi escolhido e os animais foram ordenados, o selecionador deverá examinar as características visuais dos animais de maior valor no índice. Características visuais a serem consideradas incluem linha de úbere, conformação, temperamento (por exemplo, agressividade), higidez reprodutiva, aprumos, pernas e pés. Deverão ser selecionados os animais que apresen-

tem os índices mais elevados e que apresentem características visuais desejáveis.

Para raças de qualidade de carne, alguma consideração deve ser dada a essa característica quando selecionar os animais. As raças utilizadas para nichos de mercado frequentemente são de boa qualidade de carne. Medir e utilizar dados de qualidade da carne, na seleção, pode ser importante para manter ou melhorar tais características nessas raças. Outras raças poderiam também incluir qualidade da carne nos seus programas de seleção. Uma vez que qualidade da carne normalmente não é considerada na maioria dos índices de seleção, ela deveria ser enfatizada juntamente com as características visuais, quando se fizer a seleção. Porém, dados de qualidade da carne nem sempre estão disponíveis. Quando esses dados estiverem disponíveis, essas informações devem ser utilizadas na seleção dos cachacos. Baseado em dados de abate, utilize médias da progênie para comparar cachacos para qualidade de carne. Ter em mente que devido a alta correlação genética positiva, entre marmoreio e espessura de toucinho, sempre que reduzir a espessura de toucinho se reduz, em alguma proporção, também o marmoreio e vice-versa.

Dois diferentes esquemas podem ser utilizados com os dados de progênie:

Método 1: o selecionador primeiro identifica os cachacos com as melhores médias de progênie para qualidade da carne. A seguir, identifica dentre esses os cachacos com os melhores dados de características visuais desejáveis. Uma vez que a ordenação final for efetuada, seleciona o sêmen ou os filhos dos cachacos de índices mais elevados.

Método 2: o selecionador identifica os cachacos de mais altos valores para características visuais desejáveis. Desses cachacos, identifica aqueles com as melhores médias de progênie para qualidade da carne. Quando a ordenação final for efetuada, deve-se selecionar o sêmen ou os filhos dos cachacos de índices mais elevados. Em ambos os casos, fica claro que quanto mais características visuais desejáveis forem consideradas na seleção, menor será o progresso genético pelo índice, pois aumenta a probabilidade de os animais de índices mais elevados serem descartados, por falha em uma das características visuais.

Selecionando e refugando fêmeas

As porcas são refugadas após a desmama, normalmente devido a problemas de:

- ↪ Baixa produtividade.
- ↪ Saúde.
- ↪ Temperamento.
- ↪ Aprumos.
- ↪ Pernas e pés.
- ↪ Habilidade materna.

Algumas porcas são removidas do rebanho por outras razões, ou por falharem em conceber. Para refugagem baseada em desempenho, uma sugestão é refugar as piores 20% com base no MLI ou SPI. Os valores dos índices deverão ser disponibilizados nos relatórios de avaliação genética dentro do rebanho.

A determinação do número de leitoas de reposição (Figura 3) a ser selecionado, do grupo de contemporâneas, pode ser estimada com base no número de porcas removidas de cada grupo de parição. O número de porcas retiradas de cada grupo de parição é igual ao número de fêmeas refugadas mais o número de fêmeas que falharam em conceber, ou foram perdidas por outras razões. Os selecionadores podem utilizar os registros históricos para prever o número médio de porcas que serão removidas do grupo de parição, em cada lote.

As leitoas de reposição podem ser escolhidas com base no TSI ou no MLI, dependendo das metas do selecionador. Leitoas de índice mais elevado podem ser avaliadas no aspecto visual. Selecione as leitoas de índices mais elevados com características visuais desejáveis. Em função do grande número de fêmeas de reposição requerido, a intensidade de seleção nas leitoas não é tão grande como nos cachaços.

Foto: Elísio A. P. de Figueiredo/Embrapa



Figura 3. Grupo de leitoas da raça Duroc.

PROCEDIMENTOS PARA A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NOS TESTES DE GRANJA

Os testes de desempenho na granja são delineados para auxiliar os produtores de material genético na avaliação, de maneira sistemática, dos animais das suas respectivas granjas. Com a informação aqui descrita é possível:

- ↪ Selecionar cachacos e leitoas para uso nos programas de melhoramento genético.
- ↪ Identificar animais superiores dentro de linhagens, linhas ou raças.
- ↪ Disponibilizar material genético de alta qualidade, testado para desempenho.
- ↪ Unificar a terminologia e os procedimentos básicos para seleção de material genético suíno.

Programa básico

Programas de teste de material genético na granja devem abranger todo o rebanho, testando produtividade da porca e todas as características de desempenho (em todos os machos inteiros e em todas as fêmeas). No relato dos dados, devem-se utilizar desvios da média do grupo de contemporâneos. Os programas de seleção de raça pura devem também incluir sumário de leitegadas por pai e por mãe. Quando ordenar os animais, utilizar índices de seleção para assegurar a ênfase apropriada a cada uma das várias características.

As informações necessárias na avaliação em teste de granja são descritas a seguir:

Identificação sequencial de todos os animais do rebanho

Essa identificação pode ser com o sistema de moxa na orelha, tatuagem, brincos com códigos de barra, ou sistema de leitura eletrônica com chips.

Registro de nascimento

Todos os leitões devem ter um registro de nascimento, onde consta a identificação do leitão, a raça, o sexo, a data de nascimento, a identificação e a raça do pai e a identificação e a raça da mãe.

Produtividade da porca

O número de leitões nascidos vivos e o de nascidos mortos, o peso ao nascer e o peso ao desmame dos leitões devem ser anotados. Durante a análise dos dados, se não for utilizado preditor blup, o número de nascidos vivos deve ser ajustado para um valor equivalente ao valor de porca em idade madura, adicionando-se as quantidades informadas na Tabela 1, de acordo com a ordem do parto da porca. Essa tabela foi desenvolvida para o programa de melhoramento genético suíno americano (NSIF, 1997), mas serve de referência na falta de uma tabela específica para o caso brasileiro. Quando se estima o valor genético com base no preditor blup, essa correção é feita automaticamente na matriz de incidências, durante a estimativa do valor genético.

Tabela 1. Fatores de ajuste (pela adição do fator de ajuste correspondente) para número de leitões nascidos vivos, de acordo com a ordem do parto da porca.

Ordem de parto	Fator de ajuste no número de nascidos vivos
1	1,2
2	0,9
3	0,2
4 e 5	0,0
6	0,2
7	0,5
8	0,9
9+	1,1

Fonte: NSIF (1997).

O desmame dos leitões pode ser efetuado em qualquer idade, entre 14 e 28 dias, mas o peso da leitegada deve ser ajustado para a idade padrão de 21 dias, no momento da análise dos dados, para poder comparar o desempenho das porcas. A Tabela 2, também americana (NSIF, 1997), fornece valores de referência para o ajuste de peso da leitegada, para a idade padrão de 21 dias, pela multiplicação do fator correspondente.

Utilizando-se os valores da Tabela 2, será possível comparar a produtividade das porcas dentro do grupo de contemporâneas.

Tabela 2. Fatores de ajuste, multiplicativo, para peso da leitegada ao padrão de 21 dias.

Idade pesada (d)	Fator de ajuste	Idade pesada (d)	Fator de ajuste
10	1,50	20	1,03
11	1,46	21	1,00
12	1,40	22	0,97
13	1,35	23	0,94
14	1,30	24	0,91
15	1,25	25	0,88
16	1,20	26	0,86
17	1,15	27	0,84
18	1,11	28	0,82
19	1,07		

Fonte: NSIF (1997).

Os dados da Tabela 2 foram calculados pela seguinte fórmula:

$$\text{Peso da leitegada ajustado p/ 21 dias} = \text{Peso} \{2,218 - 0,0811 (\text{idade}) + 0,0011 (\text{idade}^2)\}$$

Se possível, as leitegadas deverão ser padronizadas por tamanho, entre 8 e 12 leitões por leitegada, num prazo de 24 horas e não mais do que 48 horas após o parto. Os leitões a serem transferidos deverão ser machos de tamanho médio, para não vizar a comparação e para não perder a relação mãe-filha. Após a padronização, o número de leitões criados na leitegada deve ser anotado contando todos os leitões, inclusive os adotados. Durante a análise dos dados, o peso da leitegada (após ajuste para 21 dias) deve ser padronizado para 10 leitões, por adicionar o valor recomendado na Tabela 3.

Tabela 3. Fatores de ajuste do peso da leitegada aos 21 dias de idade, para o número padrão de leitões, após a transferência, com a adição do fator de ajuste correspondente.

Número de leitões após a transferência	Fator de ajuste para peso da leitegada aos 21 dias (kg)
1 e 2	47,11
3	34,43
4	27,63
5	23,10
6	18,57
7	13,59
8	9,51
9	7,70
> = 10	0,00

Fonte: NSIF (1997)

O peso da leitegada também deverá ser ajustado para o peso equivalente à porca em idade madura, no momento da análise dos dados, por adicionar os fatores de ajuste pela ordem do parto, conforme a Tabela 4. Sempre que possível, esses fatores de ajustes devem ser estimados dos dados do próprio rebanho.

Tabela 4. Fatores de ajuste de peso da leitegada aos 21 dias, pela ordem de parto da porca, pela adição do fator de ajuste correspondente.

Ordem do parto	Fator de ajuste para peso da leitegada aos 21 dias (kg)
1	2,81
2	0,00
3	0,45
4	1,72
5	2,81
6	4,30
7	5,25
8	6,89
> = 9	9,74

Fonte: NSIF (1997).

Crescimento

As taxas de crescimento devem ser medidas em todos os machos inteiros e (ou) leitoas, por meio de um dos seguintes procedimentos:

Idade a um peso constante

Se os animais não forem pesados durante o teste, mas apenas no final do teste, esse peso deve ser efetuado aos 115 kg ou em um peso constante comparável. No passado, pesava-se aos 90 kg, depois aos 100 kg, e atualmente já se conduz o teste até 115 kg.

A equação para ajustar a idade para um peso constante é:

$$\text{Dias ajustados} = \text{idade atual} + \{(\text{peso desejado} - \text{peso atual}) * (\text{idade atual} - a) / \text{peso atual}\}$$

Onde:

a: 50 para cachos e machos castrados e 40 para leitoas.

Ganho de peso durante o teste

Os suínos deveriam ser pesados durante o início do teste, num peso médio consistente com o programa de manejo da granja. O peso médio recomendado ao iniciar o teste é de aproximadamente 32 kg. A variação no peso inicial entre os suínos deverá ser minimizada. O peso ao final do teste deveria ser pelo menos 72 kg a mais do que o peso inicial.

Espessura de toucinho

A espessura de toucinho deve ser medida em todos os suínos na décima costela, quando estes forem pesados ao final do teste. A média de duas medições, tomadas 5 cm fora da linha central, em ambos os lados do suíno, deveria ser tomada com probe metálico, ou módulo A, do aparelho de ultrassom. Se for utilizado o módulo B (tempo real) do aparelho de ultrassom, uma única medida é o suficiente e deverá ser medida no ponto mediano do lombo, incluindo a pele e todas as camadas de gordura.

A equação para ajuste à uma base constante da espessura de toucinho é a seguinte:

$$\text{Espessura de toucinho ajustada} = \text{espessura de toucinho atual} + \{(\text{peso desejado} - \text{peso atual}) * (\text{espessura atual} / (\text{peso atual} - b))\}$$

Onde:

b: -20 para cachaços, +30 para castrados e +5 para leitoas.

Avaliação nos animais vivos

Todos os defeitos genéticos devem ser registrados (hérnias, problemas de aprumos e

unhas, agressividade, torção do intestino). Saúde estrutural e saúde do aparelho mamário são exemplos de características visuais, que afetam a produção e reprodução e que devem ser avaliadas. Os animais de reprodução devem ser estruturalmente corretos e ter mobilidade para conduzir suas funções normais. As porcas devem ter no mínimo seis pares de tetas funcionais para criar os leitões. Os animais devem ser avaliados no final do teste, ou próximos a este, e ter a data de avaliação anotada.

As características adicionais que podem ser consideradas no programa base são:

Peso ao nascer

Os pesos deverão ser anotados no máximo até três dias após o nascimento.

Eficiência alimentar

O consumo de ração deve ser medido individualmente, se possível. Se os suínos forem alimentados em grupo, estes devem ser em grupos de progênie. Com alimentação em grupo, o número de suínos por baía, sexo e o parentesco entre os suínos da mesma baía devem ser anotados. Se alguns suínos forem escolhidos para a central de teste, todos os suínos daquele sexo deveriam ser testados num ambiente comparável na estação de teste. O peso inicial do teste deve ser próximo de 32 kg, com a variação entre indivíduos minimizada. O peso médio dos suínos/baía ao final do teste deve ser constante e pelo menos 72 kg a mais do que o peso médio inicial. É possível utilizar comedouros com dispositivo eletrônico para registrar peso e consumo.

Área do músculo do lombo (AOL)

A área do músculo do lombo deve ser medida no músculo *Longissimus dorsi*, quando os suínos forem retirados no final do teste, dentro de uma margem de 14 kg do peso desejado. A AOL deve ser medida sobre a décima costela a 5 cm da linha média. A equação para ajustar a AOL a um peso padrão constante é:

$$\text{AOL} = \text{AOL atual} + \{(\text{peso desejado} - \text{peso atual}) * (\text{AOL atual} / (\text{peso atual} + 155))\}$$

Porcentagem predita de carne (PPC)

Esta característica pode ser utilizada no lugar da espessura de toucinho no índice de seleção. Se os suínos forem pesados no final do teste, aos 115 kg, deve ser utilizada a seguinte equação para calcular a porcentagem predita de carne:

$$\text{PPC}^{\text{ajustada}} = \{80,95 - (16,44 * \text{Et}^{\text{ajustada}}) + (4,693 * \text{AOL } 10^{\text{a}} \text{ costela})\} * 0,54$$

Para pesos diferentes de 115 kg, utilizam-se as Equações 1A e 1B para calcular a PPC, que são para medidas de ultrassom em suínos vivos

$$1^{\text{A}} \text{ PPC}^{\text{ajustada}} = \{85,00 - (0,042 * \text{Peso vivo, lb}) - (16,326 * \text{ET } 10^{\text{a}} \text{ costela, polegadas}) + (4,582 * \text{AOL } 10^{\text{a}} \text{ costela, polegadas}^2)\}$$

Onde:

^A Libras de carne suína magra de qualidade aceitável (contendo 5% de gordura), ajustada para uma base de peso vivo de 230 libras (corresponde a 170 lb de carcaça quente. Para converter para porcentagem de carne magra na base do peso vivo, dividir por 230 e multiplicar por 100, ou para converter para porcentagem de carne magra com base do peso de carcaça, dividir por 170 e multiplicar por 100).

$$1^{\text{B}} \text{ PPC}^{\text{ajustada}} = \{3,950 + (0,308 * \text{Peso vivo, lb}) - (16,44 * \text{ET } 10^{\text{a}} \text{ costela, polegadas}) + (4,693 * \text{AOL } 10^{\text{a}} \text{ costela, polegadas}^2)\}$$

Onde:

^B Libras de carne suína magra de qualidade aceitável (contendo 5% de gordura), não ajustada para uma base de peso vivo. Para converter a porcentagem de carne magra na base do peso vivo, dividir pelo peso vivo atual e multiplicar por 100, ou para converter para porcentagem de carne magra na base do peso de carcaça, dividir pelo peso vivo atual, após dividir por 0,74 e multiplicar por 100.

Para prever a porcentagem de carne magra (PPC) no índice para múltiplas características, deve-se usar o peso final (por exemplo, 250 libras) no local do peso vivo na equação B. Ajustar a espessura de toucinho e a área de olho de lombo para o peso final e utilizar os valores ajustados na equação. O NSIF utiliza a PPC com base na carcaça.

Preditor do valor genético e sua confiabilidade

O principal preditor do valor genético para cada característica no animal é a diferença esperada na progênie (DEP). Metade do valor genético de um indivíduo vem do pai e a outra metade da mãe. Assim, metade do valor genético é chamada de diferença esperada na progênie. Essas diferenças estão nas unidades, kg ou mm. No caso do programa americano, estão em libras ou polegadas.

Acurácia: é um indicativo da confiabilidade do preditor. Mede a correlação entre o valor genético verdadeiro e o valor genético predito. Valores altos de acurácia são pouco prováveis de mudar com novas avaliações. O valor da acurácia é relacionado com a herdabilidade da característica e a quantidade de dados utilizados para calcular a DEP.

Programa de DEP entre rebanhos

A estimativa do valor genético entre rebanhos deve se basear em procedimentos do modelo animal para características múltiplas, com os parâmetros genéticos derivados dos dados. Disponibilizar também um valor de acurácia que reflita a quantidade de informação utilizada na avaliação genética. Selecionadores de raça pura podem participar em programas de avaliação genética entre rebanhos por meio da Associação Nacional de Registro Genealógico. Os procedimentos, os modelos e os parâmetros genéticos utilizados nas avaliações genéticas entre rebanhos, devem ser bem documentados e preferencialmente ser aqueles recomendados pela NSIF. No caso brasileiro, este tipo de programa entre rebanhos ainda carece de maior envolvimento e padronização entre os selecionadores.

Os testes de desempenho já são conhecidos e utilizados no Brasil. Em 1970, a Associação Brasileira de Criadores de Suínos

(ABCS) e a Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS), em acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e fornecedores da Alemanha, implementaram o Programa de Melhoramento Genético de Suínos de Santa Catarina (PMGSC), que organizou a testagem de reprodutores machos, com teste de progênie-TP em Estações de Teste, onde avaliava-se o potencial genético dos pais por meio dos dados de carcaça da progênie. Essas informações serviram para o planejamento da próxima fase, que foram os testes em Estações de Teste de Reprodutores Suínos (ETRS).

Na Tabela 5, pode-se observar o número de animais testados em ETRS no período de 1986 a 2002, bem como a evolução das características de desempenho. Esses dados, apesar de representarem uma média de várias raças, em especial Large White, Landrace e Duroc, dão uma ideia do potencial dos suínos, à época, existentes no Brasil.

Tabela 5. Evolução das características avaliadas nos testes em ETRS no Brasil.

Ano	Número de	Ganho de peso	Conversão	Espessura de	Número dias
1986	1.287	881	2,77	21,0	153
1987	1.152	917	2,71	20,4	147
1988	1.208	933	2,69	18,5	147
1989	1.379	944	2,62	17,3	146
1990	1.079	954	2,62	17,2	144
1991	910	957	2,56	17,4	143
1992	556	988	2,58	16,9	140
1993	519	983	2,62	16,5	142
1994	473	987	2,54	16,8	137
1995	405	1.009	2,53	15,4	138
1996	200	1.039	2,44	15,0	136
1997	396	1.026	2,60	14,1	136
1998	325	1.100	2,26	12,2	126
1999	159	1.028	2,45	11,8	134
2000	205	1.079	2,29	11,6	132
2001	83	1.120	2,07	11,5	123
2002	116	1.060	2,33	12,0	131

Fonte: Fávero et al. (2011, p. 114).

Programa de DEP dentro de rebanho

Nesse programa, requer-se o cálculo das DEPs de todos os suínos do rebanho utilizando toda a informação disponível. Além dos dados do indivíduo, a informação deverá incluir também dados dos irmãos completos, meios-irmãos, pais e progênie, atualizados regularmente. Existem programas comerciais de computador disponíveis para o cálculo das DEPs dentro de rebanho. Os processos, modelos e parâmetros genéticos utilizados na avaliação genética dentro de rebanho devem ser documentados e preferencialmente aqueles recomendados pela NSIF.

No passado, com a redução de importância dos testes realizados em estações centrais (TP e ETRS) no Brasil, ganhou prioridade e

intensificou-se o teste de granja (TG). No ano de 1979, a Associação Brasileira de Criadores de Suínos, juntamente com algumas de suas afiliadas estaduais, promoveu a implantação do Teste de Performance na Granja (TG), que permitia a seleção de machos e fêmeas nas condições ambientais onde os mesmos iriam se reproduzir, minimizando a interação genética com o meio ambiente (IRGANG et al., 1981; SARALEGUI e COSTA, 1982) e garantindo maior resposta à seleção (COSTA et al., 1985, 1986a, 1986b), como mostra a Tabela 6. Para fortalecer o TG, agregando maior precisão na seleção, a Embrapa desenvolveu tabelas de ajuste da espessura de toucinho (FÁVERO et al., 1991) para um peso definido, com o objetivo de comparar animais de diferentes pesos ao final do teste, conduzido em lotes.

Tabela 6. Evolução das características avaliadas nos testes de granja no Brasil.

Ano	Número de animais testados			Ganho de peso diário (g)		Espessura de toucinho (mm)	
	Machos	Fêmeas	Total	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
1986	9.718	13.383	23.101	570	531	20,2	20,8
1987	10.539	15.601	26.140	577	535	20,0	20,2
1988	12.624	18.591	31.215	583	545	19,3	19,5
1989	17.461	20.529	37.990	616	572	18,5	18,6
1990	20.414	24.660	45.074	648	601	18,2	18,4
1991	23.142	26.040	49.182	641	599	17,8	18,4
1992	22.508	28.849	51.357	665	624	15,8	16,6
1993	21.662	28.088	49.750	675	626	15,4	16,6
1994	18.052	25.445	43.497	689	644	13,5	14,8
1995	20.159	28.867	49.026	703	652	13,0	14,3
1996	23.659	28.445	52.104	694	661	13,2	14,3
1997	15.722	24.630	40.352	667	649	13,7	14,0
1998	12.558	23.727	36.285	658	643	14,6	13,7
1999	10.708	21.829	32.537	688	661	12,3	12,1
2000	9.028	20.871	29.899	708	678	11,7	11,4
2001	6.668	14.237	20.905	711	680	10,8	10,4
2002	5.959	15.022	20.981	702	660	10,6	10,0
2003	5.372	16.153	21.525	722	672	9,5	9,3
2004	1.596	7.329	8.925	734	691	9,4	8,2
2005	698	3.331	4.029	744	706	8,5	8,4

Fonte: Fávero et al. (2011, p. 115).

Da mesma forma como observado nos resultados de ETRS, a performance nos testes de granja teve uma melhoria considerável, em especial na redução da espessura de toucinho, caracterizando a evolução observada no percentual de carne das carcaças na década de 1990.

Estudos genéticos utilizando os dados armazenados pelas Associações de Criadores resultaram na publicação, em 1997, pela Embrapa Suínos e Aves, do catálogo de reprodutores suínos das raças Duroc, Landrace e Large White, com valores genéticos, estimados pelo modelo animal, para tamanho da primeira leitegada de fêmeas e machos, pertencentes à granjas de produção de reprodutores das raças puras, do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Nesse catálogo, foram listados os 50 melhores machos e as 200 melhores fêmeas de cada uma das três raças, cujos valores genéticos foram ajustados para efeitos de granja, ano e estação de nascimento (IRGANG e FÁVERO, 1997).

Nos vários períodos analisados, respectivamente para as raças Large White, Duroc, Landrace e Hampshire do Brasil, existiam 365, 279, 80 e 42 rebanhos diferentes por raça. Cada rebanho continha em média, respectivamente, 3,2; 2,6; 2,3 e 1,5 cachaços e 22,3; 14,5; 7,8 e 6,5 porcas. Tal tamanho de rebanho em cada raça resultava numa taxa média, 0,30; 0,11; 0,59 e 0,81% de incremento na consanguinidade por geração nas respectivas raças, os quais apresentavam em média 24,9; 27,0; 24,5 e 29,4 meses de intervalo médio entre gerações. Tais informações permitiram recomendar que as raças Large White, Duroc e Landrace formassem o germoplasma básico adequado para o desenvolvimento de programas nacionais de me-

lhoramento genético (SARALEGUI et al., 1981; SARALEGUI e COSTA, 1982).

Na análise efetuada pela Embrapa Suínos e Aves dos dados do material genético submetido ao teste de performance, entre 1982 e 1989, nas estações (ETRS) e granjas (TG) (Figura 4), bem como dos dados reprodutivos das raças Landrace (L) e Large White (LW), definiu-se os índices de seleção e o suporte técnico aos programas de melhoramento genético de suínos. Os índices de seleção obtidos para ETRS e TG foram, respectivamente:

$$I_{ETRS} = 100 + 0,25 (\overline{GPD} - \overline{GPD}) - 30 (\overline{CA} - \overline{CA}) - 40 (\overline{ET} - \overline{ET})$$

e

$$I_{TG} = 100 + 0,25 (\overline{GPD} - \overline{GPD}) - 40 (\overline{ET} - \overline{ET})$$

Onde:

GPD: ganho de peso diário.

CA: conversão alimentar.

ET: espessura de toucinho.

GPD, CA, ET: são as respectivas médias das características.

A partir dos dados das ETRS, foram definidos os níveis de desempenho das raças L, LW e Duroc (D), concluindo-se que não havia uma evolução favorável no período estudado (1977 a 1981) e que a intensidade de seleção teria sido insignificante. As informações dos testes de granja da raça Duroc de 1980 a 1983 possibilitaram estimar as herdabilidades do peso aos 154 dias (0,38) e da ET aos 100 kg (0,24), as quais indicaram perspectivas de progresso genético. As herdabilidades estimadas com os dados das raças Landrace e Large White mostraram perspectivas de ganhos genéticos através da seleção, mesmo que pequenos.

Apesar dos esforços envidados pelas associações de criadores, não foi possível organizar, de maneira eficaz, os produtores de reprodutores nos dois estratos superiores da pirâmide, de forma que o próprio mercado se encarregou dessa tarefa. A chegada e a estruturação das primeiras empresas de melhoramento genético no país, forçou o enquadramento da grande maioria dos produtores de animais de *pedigree* nos dois estratos inferiores, ficando os rebanhos núcleo praticamente restritos às empresas multinacionais de melhoramento, às grandes integrações, e à poucos selecionadores.

Todos esses processos de testagem, realizados com animais puros das granjas núcleo, contribuíram para a estrutura e o desempenho do melhoramento genético suíno atualmente existente no Brasil, agregando ganhos principalmente nas características de produção e de carcaça. Houve apoio da Associação Brasileira de Criadores de Suínos e suas afiliadas estaduais e também com o suporte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Embrapa Suínos e Aves. As Granjas Multiplicadoras, por sua vez, contribuíram produzindo fêmeas híbridas (F1) de melhor prolificidade pela exploração do vigor híbrido ou heterose e as Granjas Comerciais se beneficiando da melhoria genética realizada nos estratos superiores, atualmente ocupados pelas empresas de genética, que garantem a melhoria na produtividade geral dos rebanhos. Essa estrutura garante ao Brasil o acesso à genética suína de ótima qualidade existente no mundo e a sua multiplicação aqui no país.

Programas comerciais que produzem as leitoas de reposição

Para tomar as decisões acertadas, os produtores comerciais que selecionam animais de reposição do próprio rebanho devem medir o desempenho dos seus animais. Metas atingíveis devem refletir as mudanças em desempenho necessárias para desenvolver e manter um programa lucrativo. Os dados que os produtores comerciais devem manter e as características escolhidas para o melhoramento genético, são dependentes do valor econômico das características e da extensão na qual os produtores planejam utilizar os dados na decisão. Tais dados são essenciais e devem fornecer a base para o diagnóstico das fraquezas do programa, enquanto relacionado com as metas do produtor, e servir como uma ferramenta de alerta inicial para monitorar potenciais problemas do programa. Como as metas de cada produtor podem diferir e as operações físicas de cada produtor variam, as características escolhidas e o nível de desempenho desejado pode não ser o mesmo para todos os produtores. Entretanto, todos os produtores comerciais devem, no mínimo, utilizar registros de produtividade da porca e de desempenho do cachaço para avaliar e monitorar a produção do rebanho.

Para granjas comerciais é essencial o máximo de vigor híbrido na matriz. Portanto, planejar e implementar um programa de cruzamentos e manter os dados da composição racial da matriz é importante. Um programa de produtividade da porca deve auxiliar na seleção da leitoa de reposição e servir como uma base para o descarte das matrizes menos produtivas. Para alcançar altos níveis de produção as porcas precisam ser prolíficas,

apresentar boa habilidade leiteira e ficarem prenhes novamente dentro de sete dias pós-desmama. Porcas que falharem em ficar prenhes em dois ciclos estrais após a desmama devem ser descartadas. Programas de computador e fichas de registro da produtividade da porca podem ajudar como ferramentas sistemáticas para registrar atividades de produção e registros de desempenho. Para produtores que selecionam fêmeas de reposição dentro do rebanho, a informação de desempenho sobre cada leitoa individualmente e sobre a mãe da mesma é importante, e o uso do índice de seleção é recomendado.

Cachaços comprados devem vir dos 50% melhores do seu grupo testado na estação de teste ou no teste de granja. Sempre que houver dados disponíveis, os produtores comerciais devem utilizar DEPs quando comprarem animais ou sêmen. Os cachaços selecionados para uso em programas de inseminação artificial devem apresentar alto padrão e vir dos 10% melhores da população avaliada.

Fotos: Elísio A. P. de Figueiredo/Embrapa

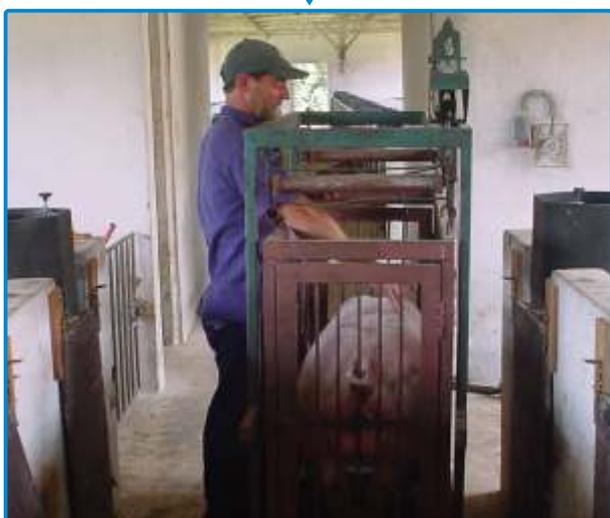


Figura 4. Ilustração do teste de granja para seleção de reprodutores na Embrapa Suínos e Aves. Além das informações objetivas, são avaliadas também aparelho locomotor e conformação.

MELHORAMENTO GENÉTICO DE LINHAS MATERNAS E PATERNAS PARA GARANTIR O DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE CRUZAMENTO TERMINAL

Necessidade de linhas maternas e paternas especializadas

As características de desempenho que determinam a eficiência do sistema podem ser agrupadas em duas categorias: reprodutivas (tais como idade à puberdade, fertilidade e tamanho da leitegada, expressas nos animais de reprodução) e de produção (tais como taxa de crescimento, eficiência alimentar e composição da carcaça, expressas nos animais de abate, como também nos de reprodução). A maioria das características de qualidade da carne suína é expressa apenas nos animais de abate.

O cruzamento também é uma parte importante dos sistemas de produção comercial pela melhoria na eficiência devido à heterose e ao potencial de explorar diferenças complementares entre raças ou linhas. Um cruzamento terminal, no qual todos os descendentes são animais de abate, tem grande vantagem das diferenças na aptidão das raças ou linhas.

A Figura 5 ilustra o efeito dos ganhos obtidos com a seleção, com o cruzamento e com ambos.

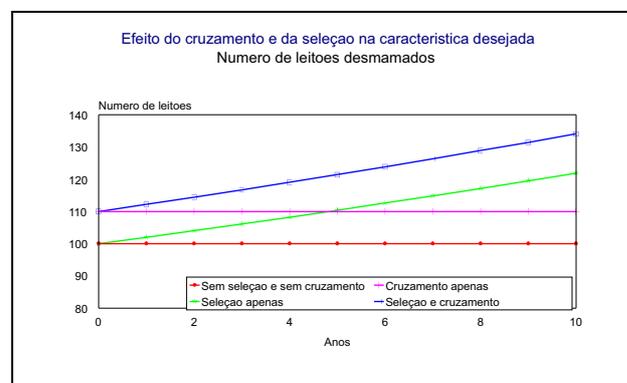


Figura 5. Exemplo de efeito da seleção e do cruzamento sobre o ganho genético em linhas puras e em sistemas de produção (adaptado de Schinckel e Bennett, 1999).

Raças ou linhas que tem mérito genético superior para características reprodutivas fornecem as fêmeas para o sistema de cruzamento, enquanto as linhas com mérito genético superior para características de produção fornecem os cachaços. Dessa maneira,

é possível produzir animais de abate com mérito genético superior para características de produção, enquanto se mantém alto mérito genético para reprodução nos rebanhos (Figura 6).

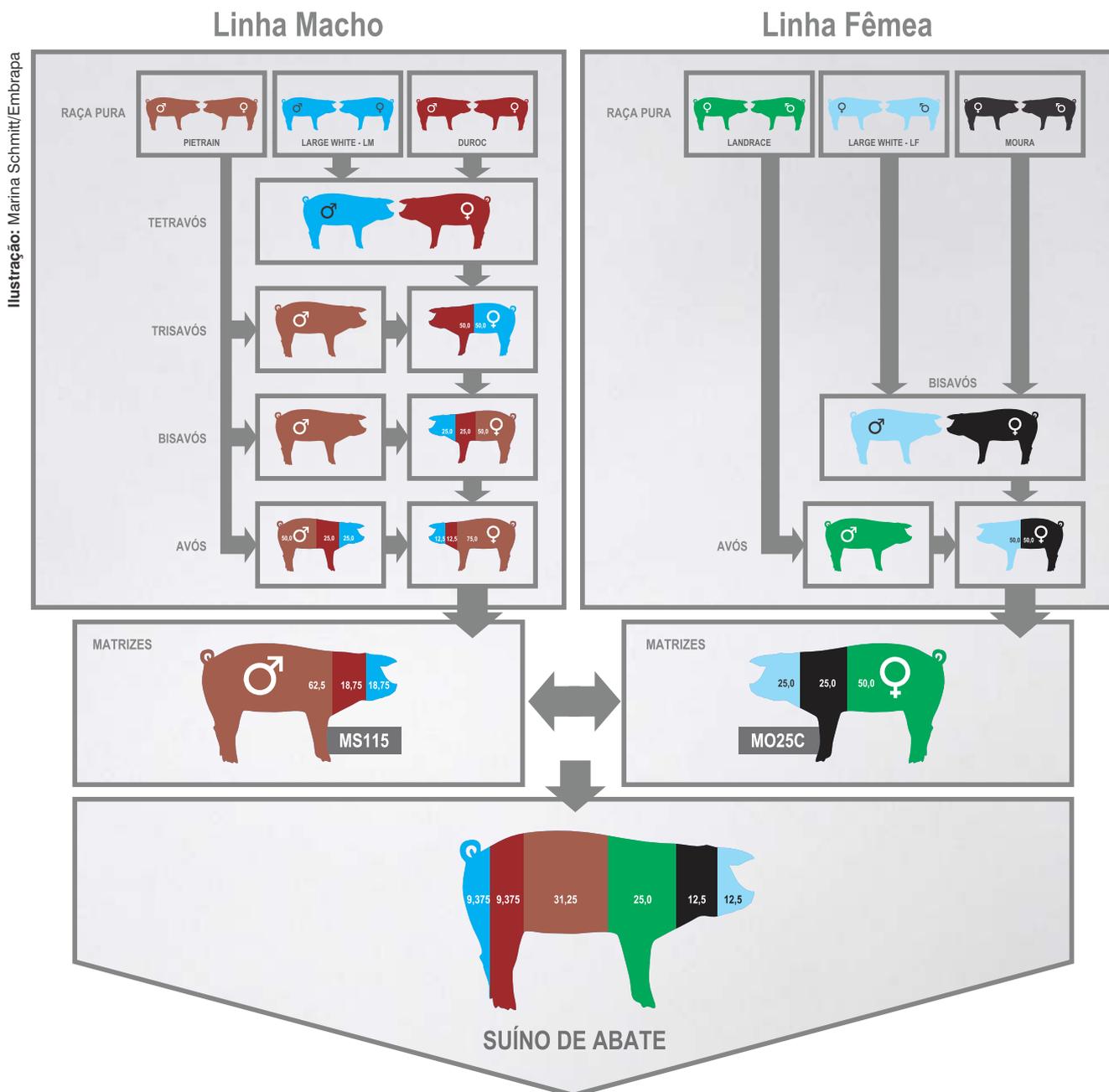


Figura 6. Ilustração de um sistema de acasalamento.

Objetivos da seleção em cada linha genética

As linhas de macho contribuem aleatoriamente com metade dos seus genes para os animais de abate, mas os genes que influenciam reprodução, que são também transmitidos por esses cachos, não são expressos nunca na progênie de abate. Consequentemente, o principal objetivo na linha macho deve ser melhorar o mérito genético para características de produção de importância econômica nos animais de abate. Alguma ênfase secundária pode ser imposta em características reprodutivas para manter um nível aceitável de mérito genético reprodutivo na linha macho.

Por outro lado, as características reprodutivas são expressas em todas as fêmeas de reprodução utilizadas como matrizes no cruzamento terminal, enquanto essas mesmas fêmeas contribuem com metade de seu mérito genético para características de produção para cada um de seus descendentes. Como resultado, nas linhas fêmeas a ênfase pode ser metade em reprodução e a outra metade em características de produção ou 2/3 em reprodução e 1/3 em produção, conforme exemplificado na Figura 7 que ilustra a ênfase relativa imposta nas características de reprodução e de produção.

Quando se utiliza linhas especializadas para posterior cruzamento, mais pressão de seleção pode ser direcionada para cada característica da linha especializada porque poucas características são enfatizadas em cada linha. Portanto, linhas especializadas oferecem grande vantagem sobre linhas selecionadas para várias características ao mesmo tempo, devido aos antagonismos entre as características.

Recentemente, o critério preço de mercado passou a valorizar o conteúdo de carne magra de cada animal. Consequentemente, a taxa de eficiência de crescimento de ganho de tecido magro, melhor do que de ganho de peso corporal, tornou-se uma característica de maior importância econômica. Tais características podem ser expressas em taxa de crescimento de tecido magro (carne/dia) e conversão de tecido magro (carne/ração).

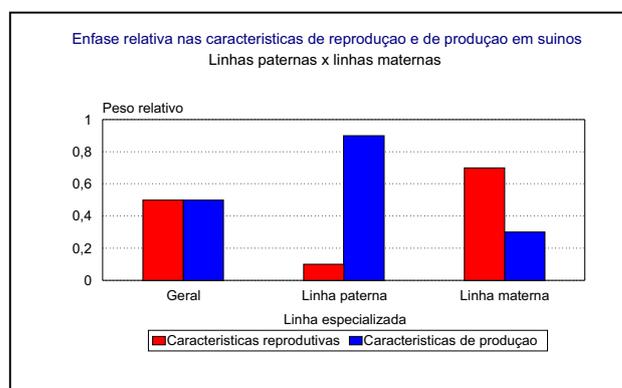


Figura 7. Ênfase relativa imposta em cada característica conforme a aptidão da linha pura (adaptado de Clutter e Schinckel, 2001).

A porcentagem de ganho em tecido magro pode ser estimada com medidas de espessura de toucinho, ganho pós-desmama ou dias para alcançar 115 kg. Cada característica é moderadamente herdável e responderá à seleção. Em geral, a melhor opção maximiza o melhoramento da taxa de crescimento de tecido magro, sem o consumo excessivo e sem o desperdício de gordura depositada.

Tomando as decisões de seleção

Os selecionadores devem receber periodicamente o relatório do rebanho e o sumário de reprodutores (exemplificados na Tabela 7). Os sumários de reprodutores podem ser utilizados para comparar reprodutores tes-

tados dentro da raça e o relatório de rebanho para comparar animais dentro do rebanho. Esses relatórios fornecem os índices de seleção, DEPs e acurácias que são recalculados periodicamente com a entrada de novos dados de desempenho no sistema, conforme ilustrado na Tabela 7.

Após os animais serem ordenados pelo índice, o produtor deve examinar visualmente as características (aparelho mamário, conformação, saúde reprodutiva, aprumos, pernas, pés e temperamento) dos animais melhor ordenados e selecionar os animais indexados com características visuais desejáveis.

Nas raças excelentes em qualidade da carne, é importante considerar a qualidade de carne na seleção.

Também, selecionar os melhores reprodutores jovens e incluir sêmen de reprodutores testados para produzir a próxima geração, tomando-se o cuidado de usar os reprodutores jovens de forma limitada e os provados mais extensamente.

Os descartes das porcas devem ser efetuados após a desmama, levando-se em conta fatores como saúde, temperamento, pernas e pés e habilidade materna. Para descarte por baixo desempenho, sugere-se descartar as 20% piores pelo MLI ou SPI. As leitoas podem ser selecionadas pelo TSI ou MLI dependendo do objetivo.

À medida que a espessura de toucinho diminui e se alcançam níveis desejáveis de tecido magro, as características de qualidade da carne (ex.: cor, gordura intramuscular, capacidade de retenção de água, maciez, sabor) tornam-se mais importantes. Ainda que

algumas características da qualidade da carne sejam moderadamente herdáveis, elas ainda não podem ser medidas no animal vivo e são caras para medir na carcaça. Métodos alternativos baseados em informação de genética molecular (DNA) seriam úteis nesse caso e a pesquisa atualmente se preocupa em encontrar marcadores genéticos para características de qualidade de carne suína.

A maioria das características reprodutivas é menos herdável do que as características de produção, mas ainda assim responde à seleção. As estimativas de herdabilidade para tamanho da leitegada, ao nascer e a desmama são de 10%. Medidas do peso da leitegada aos 21 dias de idade, refletem a habilidade leiteira da porca, cuja herdabilidade varia de 15 a 20%. A idade à puberdade tem herdabilidade estimada de 35%.

A precisão da seleção para cada característica de produção e de reprodução pode ser melhorada, por incluir toda a informação de desempenho disponível de cada parente do indivíduo, em todos os rebanhos. A informação dessas várias fontes é combinada para estimar o mérito genético de cada animal, na forma de valor genético estimado (EBV) ou diferença esperada da progênie (DEP), o que é mais importante para as características de baixa herdabilidade.

Os selecionadores necessitam saber qual a resposta potencial em cada uma dessas características de produção e de reprodução se for praticada a seleção. Eles também necessitam considerar o valor monetário relativo (dólar) da resposta em cada característica. É, portanto, necessário um método para combinar o que é conhecido sobre o potencial para seleção e o valor econômico de ca-

da característica. O critério de seleção que melhor resume o objetivo especial da linha é o índice de seleção.

Seleção para múltiplas características em suínos

Na seleção para múltiplas características na mesma linha ou raça é necessário estabelecer claramente quais são os objetivos, os critérios e os métodos de seleção a serem empregados. O selecionador deve definir metas para cada raça. Existem objetivos diferentes em função do sistema de cruzamento, oportunidades de mercado e sistemas de produção.

Objetivos de seleção: é a descrição das características que se quer melhorar e sua importância relativa para o lucro do rebanho.

Crítérios de seleção: é o conjunto de características avaliadas e métodos de avaliação em cada animal, para alcançar o objetivo de seleção. Uma vez que o objetivo de seleção for definido, o selecionador deverá aplicar os critérios de seleção adequados ao longo de alguns anos, para obter uma mudança positiva no desempenho do rebanho.

Crítérios de seleção para múltiplas características no objetivo de seleção: existem três critérios ou métodos de seleção para múltiplas características no objetivo de seleção.

↪ **Método Tandem:** seleciona uma característica por geração.

↪ **Método dos níveis independentes de descarte:** estabelece-se um mínimo de desempenho aceitável em cada característica para ser selecionado.

↪ **Método dos índices de seleção:** combina em único índice o valor resultante da ponderação do valor fenotípico de cada característica, pelo peso (ênfase) a ser dado em cada uma para compor o índice.

Índices de seleção

Quando o selecionador pretende melhorar várias características simultaneamente, o uso de um índice de seleção é a maneira mais eficiente. O índice é uma ótima ferramenta de ponderação das características de interesse, baseado em algum objetivo específico de seleção. O valor econômico da característica, a herdabilidade e quantidade de variação fenotípica e correlação genética entre as características de interesse, são fatores considerados para determinar os pesos do índice. O índice considera o potencial para resposta à seleção para cada característica, o valor econômico de cada característica, como informado no objetivo de seleção e a mudança correlacionada esperada nas outras características, quando uma delas é mudada pela seleção.

Construindo o índice de seleção: cada indivíduo tem uma DEP para cada característica, e cada característica tem um determinado valor econômico. O índice é calculado com base nas DEPs e os respectivos valores econômicos das características. Como visto anteriormente, utilizam-se três diferentes índices de seleção nos programas de avaliação genética de suínos.

Índice de reprodutor terminal (TSI): utilizado para seleção e descarte em rebanhos que têm raças paternas ou terminais. Inclui apenas características pós-desmama.

Índice de linha materna (MLI): utilizado em linhas maternas e de duplo propósito. Inclui características reprodutivas e de pós-desmama, mas as características reprodutivas recebem o dobro da ênfase econômica do que as de pós-desmama.

Índice de produtividade da porca (SPI): ordena os animais apenas pelas característi-

cas reprodutivas. Utilizado para descartar porcas.

Exemplos de cálculo de índices de seleção para suínos

A Tabela 7 ilustra as informações presentes nos sumários de reprodutores, cuja interpretação está descrita a seguir:

Tabela 7. Leitura de um sumário de reprodutores e explicação dos termos.

¹ # Registro	² Nome Proprietário	³ Reprodutor MGS	⁴ Suínos Rebanhos	⁵ ET	⁶ Dias	⁷ Lbs	⁸ TSI	⁹ Filhas Rebanhos	¹⁰ NV	¹¹ PLD	¹² SPI	¹³ MLI
123456009	Big Dog Sr. Granjeiro	Little Dog Baby Dog	1025 15	-0,14	-2,20	4,20	136,5	145 14	-0,10	-2,50	95,2	110,1
987654001	Sowmaker Sr. Granjeiro	Mister Milk Mr. Mom	430 8	-0,04	2,60	0,20	95,5	120 10	0,90	12,50	120,2	111,2

Fonte: NATIONAL SWINE REGISTRY (2011).

Onde:

¹Número de registro do animal: no sistema americano, os seis primeiros dígitos são a designação da leitegada, seguido de três dígitos da moessa, na orelha do animal. Para o sistema brasileiro, devemos utilizar os quatro primeiros dígitos do ano de nascimento, os dois segundos dígitos do mês de nascimento e os quatro últimos dígitos da moessa do leitão.

²Nome de registro oficial do animal seguido pelo nome do atual proprietário: o nome do animal inicia com o prefixo do rebanho, único para cada criador, e acaba com a moessa do animal.

³Pai e avô materno do animal (MGS - Maternal Grand Sire).

⁴Número de suínos e número de rebanhos incluídos nos dados de crescimento.

⁵DEP para espessura de toucinho: ET é medida em polegadas e ajustada para o peso vivo de 250 libras por uma equação da NSIF, que leva em conta a espessura de toucinho atual, o peso atual e o sexo do animal. Animais com DEPs negativas para ET produzirão filhos com menor espessura de toucinho, no abate, do que filhos de reprodutores com DEPs mais altas. No exemplo, Big Dog deverá produzir filhos com 0,10 polegada menos de ET do que Sowmaker (-0,14 - (-0,04) = -0,10 polegada).

⁶DEP para dias para alcançar 250 libras: os dias para alcançar 250 libras de peso vivo são ajustados por uma equação da NSIF, que leva em conta a idade atual, o peso atual e o sexo do animal. Animais com DEP negativas, para dias, produzirão filhos que alcançam peso de mercado mais rápido do que filhos de pais com DEPs mais altas. A progênie do Big Dog deverá alcançar o peso vivo de 250 libras, em média, 4,8 dias antes do que a progênie de Sowmaker (-2,20 - 2,60 = -4,80 dias).

⁷DEP para libras de carne magra: libras de carne livre de gordura, ajustada à carcaças de 185 libras, ou ao peso vivo de 250 libras. A DEP para libras de carne é calculada da DEP de espessura de toucinho e área de olho de lombo. Um reprodutor com DEP positiva para libras de carne produzirá filhos que rendem porcentagem mais alta de carne, do que filhos de um reprodutor com DEP mais baixa para libras de carne. A progênie de Big Dog deveria ter 4 libras a mais de carne magra por carcaças de 185 libras, quando comparada com a progênie de Sowmaker (4,20 - 0,20 = 4,0 libras de carne).

⁸Índice terminal de reprodutor (TSI): é um índice bioeconômico que ordena indivíduos para utilizá-los em sistemas de cruzamento terminal. O índice de reprodutor terminal põe ênfase apenas nas DEPs para características pós-desmama. Ele pondera DEP para espessura de toucinho, dias para alcançar 250 libras,

libras de carne magra, e alimento consumido por libra de ganho relativo aos respectivos valores econômicos. Cada ponto do TSI representa US\$ 1 para cada 10 suínos vendidos, ou 10 centavos por suíno produzido por um determinado reprodutor. No exemplo, cada 10 suínos produzidos por Big Dog deveria valer US\$ 41 (ou US\$ 4,1 por suíno) mais do que 10 suínos produzidos por Sowmaker, quando utilizado de forma terminal no sistema de produção de leitões de abate ($136,5 - 95,5 = 41$ TSI) x US\$ 1. Esse ganho é devido ao crescimento e a carne magra adicionais nos filhos de Big Dog. Esse índice deve ser usado para selecionar animais para cruzamentos terminais. Por exemplo, na linhagem Embrapa MS115 (Figura 8).

⁹Número de filhas e número de rebanhos incluídos nos dados maternos.

¹⁰DEP para número de nascidos vivos (NV): é o número de leitões nascidos vivos em uma leitegada, ajustado para a ordem de parto da porca. Filhas de reprodutores, com DEP positiva para NV, produzirão leitegadas maiores do que filhas de reprodutores com menores DEPs para NV. No exemplo dado, as filhas de Sowmaker deverão produzir um leitão a mais por leitegada, do que as filhas de Big Dog ($0,90 - (-0,10) = 1$ leitão nascido vivo).

¹¹DEP para peso da leitegada: é o peso da leitegada ajustado para 21 dias de idade, para a ordem de parto da porca, e para o número de leitões após a transferência. As filhas de reprodutores com DEP positiva para peso da leitegada, desmamarão leitegadas mais pesadas do que as filhas de reprodutores com menores DEPs. Nesse caso, as filhas de Sowmaker deverão desmamar leitegadas que pesam 15 libras a mais do que as filhas de Big Dog ($12,50 - (-2,50) = 15$ libras).

12. Índice de produtividade da porca SPI: é um índice bioeconômico que ordena os indivíduos por características reprodutivas. O SPI pondera as DEPs para número de nascidos vivos, número de desmamados e peso da leitegada, relativo aos respectivos valores econômicos. Cada ponto do SPI representa US\$ 1 por leitegada produzida por cada filha de um determinado reprodutor. No exemplo, cada leitegada produzida por uma filha do Sowmaker deveria valer US\$ 25 (aproximadamente US\$ 2,50 por suíno) mais do que uma leitegada produzida por uma filha do Big Dog ($120,2 - 95,2$) x US\$ 1. Esse valor é devido a mais

leitões ao nascer e leitegadas mais pesadas à desmama. Fornece uma medida da produtividade da porca e é útil no descarte das porcas. A prolificidade é medida pelo número de nascidos vivos. A habilidade leiteira é medida pelo peso da leitegada ajustado para 21 dias de idade. Nesse exemplo, utiliza-se desse índice para escolher reprodutores Large White para produzir porcas F1, e também reprodutores Landrace para produzir porcas F1.

¹³Índice materno (MLI): é um índice utilizado para selecionar linhas puras, utilizadas na produção de leitões de reposição para sistemas de cruzamentos. O índice para linhas maternas pondera as DEPs, tanto para características terminais como para as maternas, pelos valores econômicos, colocando aproximadamente o dobro de ênfase nas características reprodutivas do que nas características pós-desmama. Cada ponto no índice materno representa US\$ 1 por leitegada produzida por cada uma das filhas do reprodutor. No exemplo, os reprodutores Big Dog e Sowmaker são aproximadamente iguais em mérito genético quando utilizados no índice de linha materna, entretanto cada indivíduo desponta em características diferentes. Este índice é útil para selecionar cachas pai de leitões de reposição. Utiliza-se nas linhas puras, Landrace e Large White, para selecionar pais e mães da próxima geração de animais puros.

Índices utilizados no programa STAGES

Os índices de seleção do programa STAGES (NATIONAL GENETIC EVALUATION, 2009) utilizados pela NSIF Americana estão listados a seguir. Esses índices, numa primeira rodada, são úteis também para o Brasil até que se tenha os valores econômicos brasileiros para as características de interesse em cada índice.

↳ Índice de produtividade da porca = *Sow productivity index*:

$$\text{SPI} = 100 + 6,5 (L) + W$$

↪ Índice de produtividade da porca com desmama precoce = *Early weaning sow productivity index*:

$$\text{EWSPI} = 100 + 10 (\text{L})$$

↪ Índice de linha maternal = *Maternal line index*:

$$\text{MLI} = 100 + 6 (\text{L}) + 0,4 (\text{W}) - 1,6 (\text{D}) - 81 (\text{B})$$

↪ Índice de reprodutor terminal = *Terminal sire index* módulo A:

$$\text{TIA} = 100 - 1,7 (\text{D}) - 168 (\text{B})$$

↪ Índice de reprodutor terminal = *Terminal sire index* módulo B:

$$\text{TIB} = 100 - 1,4 (\text{D}) - 106 (\text{B})$$

↪ Índice de reprodutor terminal = *Terminal sire index* módulo Músculo:

$$\text{TIM} = 100 - 1,4 (\text{D}) + 12 (\text{M})$$

Se for medida a conversão alimentar:

ET medida pelo módulo A

$$\text{TIA} = 100 + 68 (\text{G}) - 142 (\text{B}) - 80 (\text{F})$$

ET medida pelo módulo B

$$\text{TIB} = 100 + 52 (\text{G}) - 92 (\text{B}) - 68 (\text{F})$$

% de carne predita

$$\text{TIM} = 100 + 55 (\text{G}) + 11 (\text{M}) - 76 (\text{F})$$

Onde:

L: Informação da mãe sobre o número ajustado de leitões nascidos vivos, menos a média das informações do número ajustado de nascidos vivos, do grupo de mães contemporâneas.

W: Informação da mãe sobre o peso da leitegada ajustado para 21 dias, menos a média das informações de peso da leitegada ajustada para 21 dias, no grupo de mães contemporâneas.

D: Dias ajustados para 250 lb (ou 113,25 Kg) medidos no indivíduo, menos a média dos dias ajustados para alcançar 250 lb, do grupo testado.

B: ET medida no indivíduo, ajustada para 250 lb, menos a média da ET ajustada para 250 lb do grupo testado.

M: Porcentagem predita de carne calculada para o indivíduo, menos a média da porcentagem predita de carne do grupo testado.

F: Conversão alimentar calculada para cada indivíduo, ou para a baía dos animais, menos a média da conversão alimentar para todas as baias ou animais (se forem alimentados individualmente) no grupo de contemporâneos.

G: Ganho médio diário medido no indivíduo, menos a média do ganho médio diário do grupo de contemporâneos.

Tais índices apresentarão a média 100 para cada grupo testado, e devem apresentar um desvio padrão de cerca de 25. Um grupo testado deve ter aproximadamente a distribuição dos valores do índice mostrada na Tabela 8. Por exemplo, apenas 2% dos animais apresentam valor de índice maior do que 150, nessa distribuição normal.

Tabela 8. Distribuição dos valores do índice de seleção.

Valor do índice	% dos animais
Maior do que 150	2
125 a 150	14
100 a 125	34
75 a 100	34
50 a 75	14
Menor do que 50	2

Fonte: NSIF (1997).

Se as DEPs forem disponíveis, os animais podem ser avaliados com índices semelhantes. O índice mais simples consiste da soma dos DEPs. Por exemplo, se um produtor estiver interessado em tamanho da leitegada-L, crescimento-D e espessura de toucinho-B, o índice seria:

$$I = 100 + \text{DEP}_L + \text{DEP}_D + \text{DEP}_B$$

O uso de valores econômicos, para cada característica, vai ponderar a informação ge-

nética pela importância econômica relativa de cada característica. Utilizando os valores econômicos da Tabela 9 para as mesmas características, produziria o seguinte índice:

$$I = 100 + 13,5 * DEP_L - 0,12 * DEP_D - 15 * DEP_B$$

Parâmetros estimados

Os parâmetros estimados utilizados para a construção dos índices de seleção, para as raças suínas do programa americano, estão mostrados na Tabela 9.

Tabela 9. Parâmetros estimados utilizados na construção dos índices de seleção recomendados.

Característica	Símbolo	Herdabilidade	Desvio padrão	Valor econômico (\$) ^a
Número de nascidos vivos	L	0,10	2,50	13,50
Peso da leitegada ao nascer	LB	0,29	7,20	0,45
Peso da leitegada ajustada para 21 dias	W	0,15	16,0	0,50
Número de leitões aos 21 dias	NW	0,06	2,35	6,00
Dias para 250 lb	D	0,30	13,0	0,12
ET	B	0,40	0,10 ^b e 0,20 ^c	15,00
Eficiência alimentar	F	0,30	0,25	13,00
Ganho médio diário	G	0,30	0,20	6,00
% Carne	M	0,48	1,50	1,10

Fonte: NSIF (1997).

^a valor econômico em dólar por unidade de mudança (exemplo 1 leitão/leitegada, 1 polegada de ET).

^b Módulo A do ultrassom.

^c Módulo C do ultrassom ou sonda de metal.

Exemplo de cálculo para indexar os suínos

Índice materno: a leitoa a ser indexada nasceu no primeiro parto de uma leitegada de 11 e foi criada numa leitegada de 10, que pesou 178 lb aos 23 dias de idade. O peso da leitoa aos 160 dias de idade foi 240 lb, e a ET no módulo B do ultrassom foi de 0,9 polegadas.

Para calcular o valor do índice para tal leitoa, os dados da mesma necessitam ser ajustados para condições padronizadas. Se a leitoa foi nascida no primeiro parto, então os dados da sua mãe para número de nascidos vivos deve ser acrescido de 1,2 leitão (Tabela 1): $11 + 1,2 = 12,2$ leitões. Uma vez que a leitegada foi pesada aos 23 dias de idade, o peso necessita ser ajustado pela multiplicação por 0,94 (Tabela 2). O peso da leitegada também deveria ser ajustado para paridade,

por adicionar 6,2 lb (Tabela 4). Nenhum ajuste é necessário para tamanho da leitegada porque leitegadas de 10 ou mais não necessitam. O peso final da leitegada ajustado é $(178 \times 0,94) + 6,2 = 173,5$.

O dado da leitoa para idade as 250 lb é calculado utilizando a equação para dias para alcançar o peso constante, o que dá 165 dias para o peso as 250 lb. A ET ajustada é calculada de maneira semelhante, o que dá ET ajustada para tal leitoa de 0,94 polegada.

Os valores ajustados para todas as características devem também ser calculados para todas as leitoas do grupo de contemporâneas e calculado a média para se obter L, W, D e B. Se a média dos valores ajustados para o grupo de contemporâneas de tal leitoa for $L = 9,4$ leitões, $W = 158$ lb, $D = 163$

dias e B = 1,04 polegada, seu índice materno é:

$$I = 100 + 6 (12,2 - 9,4) + 0,4 (173,5 - 158) - 1,6 (165 - 163) - 81 (0,94 - 1,04) = 128 \text{ pontos de índice}$$

Índice terminal: assumindo-se que se quer determinar o índice de um cachaço, que necessitou 150 dias para alcançar 250 lb, em um grupo de contemporâneos que teve média de 165 dias. A ET (módulo B) ajustada foi 0,6 polegada e a média do grupo foi 0,75 polegada. Ele nasceu e foi criado numa leitegada de segunda parição de 9 leitões, que pesaram 200 lb aos 22 dias. Os valores do grupo de contemporâneos ajustado para tamanho de leitegada e peso são 9,1 e 185, respectivamente.

Para calcular o índice terminal, ajustam-se os valores já determinados no índice para o módulo B da ET.

$$I = 100 - 1,4 (150 - 165) - 106 (0,6 - 0,75) = 137 \text{ pontos}$$

Note que se pode ignorar a informação da leitegada porque tal cachaço será utilizado para produzir leitões de abate. Se estiver interessado em utilizá-lo para produzir leitões de reposição, deve-se utilizar o índice materno do mesmo.

Fotos: Elísio A. P. de Figueiredo/Embrapa



Figura 8. Reprodutores suínos das raças Pietrain e Large White, raças que entram na formação da linhagem Embrapa MS115.

USO DA INFORMAÇÃO MOLECULAR NA AVALIAÇÃO GENÉTICA

A crescente evolução da área de genômica tem despertado grande interesse das empresas de genética, em utilizar informações genômicas, para aumentar a competitividade dos programas de melhoramento genético (OPTIMIZING, 2013). A inclusão de informações genômicas na seleção dos animais permite a estimação mais acurada dos valores genéticos preditos, e o aumento dos ganhos genéticos anuais dos programas de melhoramento genético de suínos. O desenvolvimento de um painel de alta densidade de SNPs (polimorfismos de base única) tornou possível a realização de estudos de associação global e de seleção genômica em suínos (RAMOS et al., 2009). Essas duas estratégias de análise genômica apresentam aplicabilidade nos programas de melhoramento.

O estudo de associação global do genoma é um procedimento validado, para identificar *loci* responsáveis pela variação de características poligênicas, e consiste em correlacionar o genótipo de milhares de SNPs com fenótipos de interesse. Esses estudos têm possibilitado a identificação de *loci* que afetam várias doenças complexas, e também características quantitativas. Dessa forma, é possível identificar SNPs de efeitos mais relevantes e utilizar essa informação nas estratégias de seleção. Outra abordagem, que utiliza os painéis de SNPs em alta densidade, é a seleção genômica (MEUWISSEN et al., 2001), que se baseia na divisão de todo o genoma em segmentos cromossômicos definidos por marcadores adjacentes, e do mapeamento destes marcadores. Este método é mais eficiente por permitir mapear todos os QTLs do genoma capturando a variância genética total, a partir dos marcadores, como ilustrado na Figura 9.

Para a seleção genômica, há várias metodologias disponíveis como a Ridge Regression, juntamente com o Blup e os métodos bayesianos, como o Bayes A, Bayes B, Bayes C, Bayesian Lasso, entre outros. Tais metodologias apresentam diferenças em parâmetros relevantes para identificação e determinação dos efeitos dos marcadores, como poder estatístico, acurácia, aplicabilidade, entre outros. De qualquer forma, toda informação contida nos painéis de SNPs pode ser utilizada simultaneamente na avaliação genética via Blup, sem grande modificação da metodologia para ajustar efeitos dos SNPs, e demais efeitos, para a predição dos valores genéticos genômicos. Nesse caso, a seleção se faz com base nos valores genéticos genômicos, os quais podem ser inseridos nos índices de seleção.

Apesar de ser uma realidade em alguns programas de melhoramento de grandes multinacionais, a implementação da seleção genômica não é simples. Para uso eficaz do grande volume de informações geradas pelas novas metodologias genômicas, é imprescindível o desenvolvimento de competências e ferramentas em bioinformática, que permitam transformar a informação genômica em conhecimento aplicável. A incorporação dessas informações no processo seletivo é uma alternativa atrativa para programas de melhoramento de suínos que estão bem estruturados, e com avaliações fenotípicas eficientes. Apesar dos elevados investimentos, existe retorno econômico para implementação dessas metodologias.

Atualmente, a informação molecular contida em vários genes (Tabela 10) determinantes de características economicamente importantes, está em uso em fase experimental,

juntamente com as ferramentas de genética molecular, para aumentar o progresso genético pela seleção.

Tabela 10. Principais genes utilizados na seleção genômica de suínos em 2012.

Genes/marcador molecular	Efeito
MC4R	Eficiência alimentar
CAST	Maciez da carne
PRKAG3	Qualidade da carne
ESR	Tamanho da leitegada
EPOR	Capacidade uterina
CCKAR	Crescimento
HMGA1	Tecido magro

Fonte: Adaptado de Dekkers (2004).

Lopes e Knol (2015) descrevendo sobre o futuro do melhoramento genético de suínos (no Congresso da Abraves), mencionam o desafio de utilizar as novas técnicas de avaliação de fenótipos (como avaliar eficiência alimentar por meio de comedouros automáticos; a avaliação do comportamento por meio de imagens de vídeo; e a avaliação de carcaças utilizando tomografia computadorizada e ressonância magnética), e as ferramentas disponíveis para a genotipagem, integrando-as nos programas atuais de melhoramento genético, na busca pela eficiência produtiva e no atendimento às demandas da sociedade, com relação ao bem estar dos animais e à conservação do meio ambiente.

Andreis (2015) no mesmo congresso comenta sobre a necessidade do melhoramento das características de qualidade da carne (coloração e marmoreio, que confere suculência e sabor), o que tem sido conseguido também pelo sistema de acasalamento, com a participação maior da raça Duroc nos cruzamentos.

Do Nascimento (2015) mostra o ganho financeiro por suíno, projetado de 2013 até 2020, com o uso da seleção genômica, destacando que a cada ano espera-se em média R\$ 8,76/suíno a mais na rentabilidade da produção de suínos, sendo esse o valor que se deixa de ganhar se for interrompida, por um ano, a compra de material genético atualizado nas granjas de produção de suínos para abate. Esse valor projetado para cinco anos, seria de R\$ 43,75/suíno abatido, representando a permanência do produtor como competitivo, ou a sua saída da atividade pela falta de competitividade.

Do Nascimento (2015) também mostra o aumento da acurácia com o uso da seleção genômica em suínos, informando que ela passa de 0,25 para 0,42 para o total de nascidos, e que no peso da leitegada desmamada, ela passa de 0,23 para 0,35, representando, respectivamente 68% e 52% de ganho na eficiência da seleção.



Figura 9. Ilustração das ferramentas de genômica utilizadas no melhoramento genético dos suínos.

QUAL DEVE SER O PROTOCOLO DE SELEÇÃO EM CADA RAÇA?

Para conduzir a seleção em todas as raças, recomenda-se utilizar, no rebanho núcleo, apenas fêmeas de primeiro parto (Figura 10) e cachacos de oito meses. Após o desmame do primeiro parto, incorporar as melhores porcas no rebanho de bisavós e de avós, descartando 50% das porcas com índices mais baixos.

Formar grupos de contemporâneos com pelo menos cinco leitoas de reposição de mesma idade, não irmãs, e cobertas com pelo menos três cachacos, sendo um cachaco testado e dois cachacos jovens. As porcas incorporadas no rebanho de bisavós e de avós devem ser mantidas nesses rebanhos até que porcas de índice de seleção superiores apareçam para substituí-las. Utilizar os cachacos por no máximo seis meses, de modo que os mesmos produzam pelo menos 20 leitegadas, antes de incorporá-los no rebanho de bisavós, ou avós, ou vendê-los.

Anotar em planilha eletrônica os seguintes dados do rebanho núcleo:

- ↳ Mossa do leitão ao nascer.
- ↳ Data de nascimento.
- ↳ Identificação do pai.
- ↳ Identificação da mãe.
- ↳ Número de leitões nascidos (no parto em que o leitão nasceu).
- ↳ Peso do leitão ao nascer.
- ↳ Peso do leitão ao desmame (preferencialmente entre 14 e 28 dias).
- ↳ Data do desmame.

- ↪ Número de leitões desmamados (do parto em que o leitão nasceu).
- ↪ Peso do leitão ao final da creche.
- ↪ Número de tetas na direita e na esquerda.
- ↪ Presença de hérnias.
- ↪ Peso do leitão aos 115 kg de peso vivo.
- ↪ Data do peso aos 115 kg de peso vivo.
- ↪ Espessura de toucinho aos 115 kg de peso vivo.
- ↪ Profundidade do lombo aos 115 kg de peso vivo.
- ↪ Área de olho de lombo aos 115 kg de peso vivo.
- ↪ Escore de aprumos.
- ↪ Escore de cascos.
- ↪ Consumo de ração do final da creche até aos 115 kg de peso vivo.

Se for macho:

- ↪ Data da primeira coleta de sêmen ou acasalamento.
- ↪ Peso nessa data.
- ↪ Espessura de toucinho nessa data.
- ↪ Profundidade de lombo nessa data.
- ↪ Área do olho de lombo nessa data.

Com tais informações devem ser estimadas as DEPs para as características de interesse, e construídos os índices de seleção para as diferentes aptidões de cada raça ou linha, conforme demonstrado na Tabela 7. Selecionar os animais de índices mais favoráveis e, dentre eles, escolher os de melhor apreciação visual das características de interesse. É importante a coleta de tecido (fragmento da orelha quando fizer a mensagem do leitão), para extração do DNA e posterior uso da informação molecular no processo de seleção.

Se for fêmea:

- ↪ Data do primeiro cio e dos cios subsequentes.
- ↪ Data da cobertura.
- ↪ Peso na cobertura.
- ↪ Data do parto.
- ↪ Peso no parto.



Foto: Elísio A. P. de Figueiredo/Embrapa

Figura 10. Ilustração de uma leitegada de primípara sob seleção.

NUTRIÇÃO BÁSICA ESPECÍFICA DE RAÇAS E DE LINHAS PURAS EM AVALIAÇÃO

Até a década de 90, as características de crescimento mais importantes, que influenciavam a taxa de retorno do financiamento, eram taxa de crescimento e conversão alimentar. No entanto, a partir daquela década os produtores passaram a se defrontar com uma nova realidade, em que a carne magra tem uma influência maior no preço de venda e na taxa de retorno financeiro. As fórmulas das dietas ótimas e os procedimentos de arraçamento devem, portanto, ser calculadas para maximizar o lucro.

Uma medida que combina crescimento com mérito de carcaça, é taxa de crescimento de tecido magro. Suínos de alto ganho de tecido magro requerem mais proteína e o aminoácido lisina, para alcançar seu potencial genético, do que suínos de médio ou de baixo ganho de tecido magro. Suínos de alto crescimento de tecido magro são os que apresentam taxa de ganho de tecido magro/dia de 345 g, ou mais, dos 18 aos 113,25 kg de peso vivo. Suínos de ganho médio apresentam taxa de ganho de tecido magro/dia de 272 a 345 g, nessa faixa de peso, e suínos de baixa taxa de crescimento de tecido magro apresentam ganho de tecido magro/dia menor do que 272 g, nessa faixa de peso.

As Tabelas 11, 12, 13 e 14 apresentam níveis nutricionais necessários para animais em teste de desempenho, sendo que as Tabelas 11 e 12, embora de 1997, trazem recomendações que ainda são úteis para alguns genótipos sob seleção. As Tabelas 13 e 14 apresentam as recomendações do NRC (2012) para genótipos modernos com alto desempenho, que devem ser utilizadas para teste de desempenho com nutrição atualizada para genética mais moderna. Observe que existe uma faixa de intersecção nos

níveis de lisina entre as recomendações de 1997 e de 2012.

Para a nutrição de animais em reprodução, como porcas em gestação, porcas em lactação e cachaços, seguir as tabelas de requerimentos nutricionais do NRC (2012).

Tabela 11. Níveis nutricionais para dietas de teste de performance.

Nutriente	% ou quantidade por kg de dieta
Proteína bruta (%)	18
Lisina total (%)	0,95
Energia metabolizável (kcal)	3.250
Cálcio (%)	0,90
Fósforo total (%)	0,75
Sal iodado (%)	0,50
Minerais traço	
Cobre (mg)	4,5
Iodo (mg)	0,1
Ferro (mg)	45,4
Manganês (mg)	9,1
Selênio (mg)	0,1
Zinco (mg)	45,4
Vitaminas	
Vitamina A (U.I.)	2.000
Vitamina D (U.I.)	200
Vitamina E (U.I.)	7,5
Vitamina K (mg)	1,7
Riboflavina (mg)	2,5
Niacina (mg)	17,5
Ácido pantotênico (mg)	11,5
Vitamina B12 (mcg)	12,5
Colina (mg)	100

Fonte: NSIF (1997).

Tabela 12. Níveis sugeridos de proteína bruta e lisina total, para suínos em crescimento e terminação^{a,b}.

Peso (kg) e sexo do suínos	Ganho médio de músculo 272-345g/dia		Ganho alto de músculo >345g/dia	
	PB (%)	Lisina (%)	PB (%)	Lisina (%)
5 a 9, todos os suínos	20	1,2	21	1,3
9 a 20, todos os suínos	18	1,1	19	1,15
20 a 50, todos os suínos	17	0,85	18	0,9
50 a 82, leitoas e cachaços	16	0,8	17	0,85
50 a 82, castrados	14	0,65	15	0,7
82 a 109, leitoas e cachaços	14	0,65	15	0,7
82 a 109, castrados	13	0,55	14	0,65

Fonte: Adaptado de NSIF (1997) e Adaptado de (NRC, 2012).

^a Sugestões assumindo-se dietas de milho e soja, contendo 3.250 a 3.500 kcal/kg de EM.

^b As dietas deverão ser formuladas de maneira que os requerimentos conhecidos do NRC (1988) para outros aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, sejam alcançados com uma pequena margem de segurança (+5 a 10%).

Tabela 13. Níveis de energia e lisina digestível recomendados para suínos em crescimento^{a,b}.

Peso (kg) e sexo do suínos	GMD (g/dia)	Deposição de proteína corporal (g/dia)	Lisina (%)	Energia kcal (EM/dia)	Consumo (g/dia)
5 a 7, todos os suínos	210	-	1,50	3.400	280
7 a 11, todos os suínos	335	-	1,35	3.400	493
11 a 25, todos os suínos	585	-	1,23	3.350	953
25 a 50, todos os suínos	758	128	0,98	3.300	1.582
50 a 75, leitoas e cachaços	900	147	0,87 e 0,88	3.300	2.229
75 a 100, leitoas e cachaços	917	141	0,77 e 0,82	3.300	2.636
100 a 135, leitoas e cachaços	867	122	0,64 e 0,73	3.300	2.933

Fonte: Adaptado de NRC (2012).

^a Sugestões assumindo-se dietas de milho e soja, contendo 3.250 a 3.500 kcal/kg de EM.

^b As dietas deverão ser formuladas de maneira que os requerimentos conhecidos do NRC (1988) para outros aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, sejam alcançados com uma pequena margem de segurança (+5 a 10%).

Tabela 14. Níveis de lisina digestível recomendados pelo NRC (2012) para suínos por faixa, de deposição de proteína na carcaça.

Faixa de peso (kg)	Média de deposição de proteína (g/dia)		
	115	135	155
50 a 75	0,78	0,85	0,91
75 a 100	0,67	0,73	0,78
100 a 135	0,56	0,61	0,65

Fonte: Adaptado de NRC (2012).

RECOMENDAÇÕES DE CONTROLE SANITÁRIO EM PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE SUÍNOS

↪ Todos os animais ofertados para venda deverão ser elegíveis para transporte interestadual.

↪ As medidas de biossegurança estritas deverão ser seguidas para granjas GRSC e obedecer ao Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS), no item “Certificação de granjas de reprodutores suínos”.

A certificação de granjas de reprodutores possui caráter estratégico para o programa, pois visa, por meio da manutenção de bons níveis de sanidade no início da cadeia produtiva, a sanidade do rebanho ao longo de toda a cadeia.

Todas as granjas que comercializam ou distribuem reprodutores suídeos, bem como centrais de inseminação artificial, obrigatoriamente devem ser, GRSC, conforme IN nº 19/02 (MAPA, 2002; CIDASC, 2006). A participação de suídeos em feiras, exposições e leilões só é permitida a animais provenientes de granjas GRSC.

A certificação sanitária de granjas de suídeos para reprodução, bem como as recertificações, devem ser feitas com base na legislação específica do Mapa (IN nº 19/02), obrigatoriamente sob a fiscalização do serviço oficial.

Basicamente, para ser certificada, uma granja deve ter médico veterinário responsável técnico, cumprir com normas de biossegurança e realizar monitoramentos periódicos para as seguintes doenças: peste suína clássica, doença de Aujeszky, brucelose, tuberculose, sarna e leptospirose (quando não é praticada a vacinação contra esta doença).

A granja (Figura 11) deverá manter em arquivo a ficha de controle sanitário e indicadores de saúde e produtividade, e o Certificado de granja GRSC, bem como manter livro de visitas e de protocolo de limpeza e desinfecção.

O médico veterinário local efetuará visitas periódicas à granja (no mínimo duas por semestre), registrando todas as irregularidades e recomendações no termo de visita a propriedades com suídeos (CIDASC, 2006).

Foto: Jairo Backes



Figura 11. Ilustração de uma granja GRSC com cerca periférica como parte da biosegurança.

REFERÊNCIAS

- ANDREIS, M. A. Existem limites para o ganho genético? Uma visão teórica e prática sobre os desafios do melhoramento em suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 17., 2015, Campinas. **Suinocultura em transformação**: anais: artigos científicos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. p. 39-41.
- CIDASC. **Manual de procedimentos operacionais do programa nacional de sanidade suídea para as unidades locais**: harmonização das ações nos estados do PR, SC e RS. Florianópolis, 2006. 104 p. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/defesa-sanitariaanimal/programas/sanidadesuidea/documentos-e-formula-rios/>>. Acesso em: 21 out. 2011.
- CLUTTER, A. C.; SCHINCKEL, A. P. **Genetic improvement of sire and dam lines for enhanced performance of terminal cross-breeding systems**. West Lafayette: Purdue University Cooperativa Extension Service, 2001. 4 p. (Swine Genetics. NSIF. Fact Sheet Number 14, IN47907).
- COSTA, C. N.; FÁVERO, J. A.; LEITÃO, G. R. Influência de fatores ambientais e de raças observadas em características de desempenho e carcaça em suínos em teste de progênie. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 12, p. 1443-1450, 1985.
- COSTA, C. N.; FÁVERO, J. A.; SARALEGUI, L. W. H.; LEITÃO, G. R. Evolução das características de desempenho medidas nos testes de reprodutores suínos em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 79-85, 1986a.
- COSTA, C. N.; SARALEGUI, L. W. H.; FÁVERO, J. A.; LEITÃO, R. Parâmetros genéticos e índices de seleção para suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p. 124-131, 1986b.
- DEKKERS, J. C. M. Commercial application of marker and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 82, p. E313–E328, 2004. E. Suppl.
- DO NASCIMENTO, J. D. Benefícios do valor genético na produção de carne suína. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 17., 2015, Campinas. **Suinocultura em transformação**: anais: artigos científicos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. p. 42-45.
- FÁVERO, J. A.; IRGANG, R.; COSTA, C. N.; DALLA COSTA, O. A.; MONTICELLI, C. J. Fatores de ajuste da espessura de toucinho de suínos para 90 kg de peso vivo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 33-39, 1991.
- FÁVERO, A. F.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; IRGANG, R.; COSTA, C. N.; SARALEGUI, W. H. L. Evolução da genética: do “porco tipo banha” ao suíno light. In: SOUZA, J. C. P. V. B.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHMIDT, G. S. (Ed.). **Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 105-136.
- IRGANG R; SARALEGUI, L. W. H.; FÁVERO, J. A. 1981. Estrutura genética do rebanho de suínos Landrace. II Populações de pedigree do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 4, p. 591-605, 1981.

IRGANG, R.; FÁVERO, J. A. **Reprodutores suínos de alto valor genético para número de leitões nascidos vivos por leitegada**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1997. 79 p. (Embrapa Suínos e aves. Documentos, 43).

LOPES, M. S.; KNOL, E. F. O futuro do melhoramento genético de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 17., 2015, Campinas. **Suinocultura em transformação**: anais: artigos científicos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. p. 34-38.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2002 MAPA. INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA Nº 19 DE 15 DE FEVEREIRO DE 2002. Publicada no DOU nº 41, Seção 1, de 01/03/2002.

MEUWISSEN, T. H. E.; HAYES, B. J.; GODDARD, M. E. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. **Genetics**, Bethesda, v. 157, n. 4, p. 1819-1829. 2001.

NATIONAL GENETIC EVALUATION. Pedigree Services, 2010. Disponível em: <http://nationalswine.com/pedigree_services/stages.php>. Acessado em: 25 de ago. 2010. (a)

NATIONAL GENETIC EVALUATION. Genetics & Technology. STAGES Genetic Evaluation Summary. West Lafayette, 2010. Disponível em: <<https://mail.nationalswine.com:8443/newstages/>>. Acesso em: 25 ago. 2010. (b)

NATIONAL GENETIC EVALUATION. Proven. Progressive. Purebreds. Pedigree Services. STAGES™ Swine Testing and Genetic Evaluation System. Formulas for indexes. West Lafayette, revised April 2009. Disponível em: <http://nationalswine.com/pedigree_services/stages_interior/stages_restricted.php>. Acesso em: 25 ago. 2009.

NATIONAL GENETIC EVALUATION. Proven. Progressive. Purebreds. West Lafayette, 2013. Disponível em: <<http://nationalswine.com/index.php>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 9th ed. Rev. Washington, DC: National Academy Press, 1988. 93 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 11th ed. Rev. Washington, DC: National Academy Press, 2012. 400 p.

NSIF - NATIONAL SWINE IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform swine improvement programs**. USDA. Washington, DC. 1997. Disponível em: <<http://www.nsif.com/guide/guidelines.html>>. Acesso em: 25 ago. 2009.

NATIONAL SWINE REGISTRY. Swine Testing And Genetic Evaluation System. What do all these numbers mean? Introduction to STAGES. STAGES National Genetic Evaluation. Expected Progeny Differences (EPDs): What are they? West Lafayette, 2011. Disponível em: <<https://mail.nationalswine.com:8443/newstages/forward.aspx>>. Acesso em: 29 set. 2011.

OPTIMIZING a genetic program. In: GENETIC SYSTEMS TECHNICAL TRAINING CONFERENCE, 2013, Wuhan, China. **The source for pure genetic progress.** West Lafayette: National Swine Registry/ American's Best Genetics, 2013. Flipping book. Disponível em: <http://nationalswine.com/genetics/conferences/genetic_systems_conference_may_15_2013.php>. Acesso em: 27 set. 2013.

RAMOS, A. M.; CROOIJMANS, R. P. M. A.; AFFARA, N. A. Design of high density SNP genotyping assay in the pig using SNPs identified and characterized by next generation sequencing technology. **PlosOne**, São Francisco, n. 4, v. 8, p. e6524, 2009.

SARALEGUI, L. W. H.; COSTA, C. N. Estrutura genética da raça de suínos Large White do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 4, p. 651-658, 1982.

SARALEGUI, L. W. H.; IRGANG R.; J. A. FÁVERO. Estrutura genética de um rebanho de suínos Landrace. I Populações de pedigree do Estado de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, n. 2, p. 281-295, 1981.

SCHINCKEL, A. P.; BENNETT, G. **The economic impact of genetic improvement.** West Lafayette: Purdue University Cooperativa Extension Service, 1999. 6 p. (Swine Genetics. NSIF. Fact Sheet Number 1, IN47907).

SEE, M. T. Profit in Pork Production Through Breeding Programs and Genetic Evaluations. West Lafayette: STAGES, [2009]. Disponível em: <<https://mail.nationalswine.com:8443/newstages/profit.aspx>>. Acesso em: 25 ago. 2009.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

