

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**DESVIO DA PROPORÇÃO SEXUAL POR MEIO DA
SUPLEMENTAÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS COM ÁCIDO
ASCÓRBICO E SUA INFLUENCIA NA RESPOSTA À SELEÇÃO**

Fernanda Maria de Almeida Celestino Morato

Orientadora: Prof^a. Dr^a. VERA FERNANDA MARTINS HOSSEPIAN DE LIMA

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. LÚCIA GALVÃO DE ALBUQUERQUE

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus e Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Março - 2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FERNANDA MARIA DE ALMEIDA CELESTINO – nascida na cidade de Jaboticabal, em 19 de Novembro de 1978. Em Julho de 2000 apresentou trabalho de graduação intitulado “ Efeito do probiótico sobre o desempenho de coelhos Nova Zelândia Branco em crescimento”. Formou-se em Zootecnia em Julho de 2000, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal. Iniciou em Março de 2006 o curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, ao nível de mestrado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal.

“Não importa tua idade, idealize um grande sonho, tão grandioso como o céu.
Que o teu sonho transcenda teu corpo,
Que suba e cresça e se expanda além...como resplendor, preencha o Universo
e se transforme em asas misteriosas que te levem a um mundo bem mais alto...
Desenha em tua mente o mais brilhante e mais grandioso sonho.
Não te imagines um ser triste e sombrio.
Sabes que a mente é criadora e criativa, e tu serás exatamente como te fizeres
em tua mente.
Se te imaginas um ser brilhante e poderoso, assim tu o serás, pois a mente
materializa teu sonho”.

(Masaharu Taniguchi)

DEDICO:

Aos meus pais Elisabete e Renato, ao
meu marido Marcelo e meus irmãos
Renata e João Ricardo

AGRADECIMENTOS

À Deus, minha fonte de vida e força e à Nossa Senhora, por sua poderosa intercessão.

Aos meus pais, Elisabete e Renato, por terem me incentivado, ensinado e apoiado nesta fase de minha vida. Devo a eles mais esta conquista.

Ao meu marido Marcelo, por toda paciência, compreensão e encorajamento que me dedicou desde o primeiro momento desta minha nova caminhada. Por ter sempre estado ao meu lado, sendo amigo, companheiro e fonte de força.

Aos meus irmãos, Renata e João Ricardo, por estarem sempre presentes, me aconselhando e apoiando, principalmente nas horas mais difíceis.

À Profa. Dra. Vera Fernanda Hossepian de Lima por ter acreditado em mim, me acompanhado e ensinado a trabalhar com afinco em busca de meus ideais, encarando de forma digna todos os problemas e dificuldades encontradas ao longo da realização desta pesquisa. Agradeço pela confiança e amizade.

À Profa. Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque pela contribuição direta a este trabalho com conceitos fundamentais.

Ao programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal pela oportunidade de continuar trilhando os caminhos da Universidade.

Aos todos os companheiros de pós-graduação, em especial a Aline Costa de Lucio, pela amizade.

Ao Prof. Dr. Humberto Tonhati, Prof. Dr. Robson Antunes e ao Prof. Dr. Jeffrey Lui Frederico pela contribuição com seus conhecimentos para a finalização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gener Tadeu Pereira pelo auxílio na análise dos resultados deste experimento.

À toda equipe do Sítio Estiva pela contribuição na condução da parte prática e colheita de dados deste experimento.

Aos amigos, docentes e funcionários do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução animal por terem ajudado na condução do experimento.

Às funcionárias da Seção de pós-graduação, em especial à Márcia, por me ajudarem nas questões burocráticas, pela paciência e compreensão.

À amiga Isabel Penariol, por ter acreditado e confiado em mim, ajudando, incentivando e confortando nas horas mais difíceis.

Aos colegas da Agroceres Pic, em especial ao Fernando Eça, pela contribuição com dados para a conclusão deste trabalho.

ÍNDICE	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO	x
ABSTRACT.....	xi
1.INTRODUÇÃO.....	14
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Cenário da suinocultura no Brasil e no mundo.....	16
2.2 Melhoramento genético de suínos.....	18
2.2.1 Objetivos de seleção.....	20
2.3 Importância da seleção do sexo.....	26
2.3.1 Métodos e fatores que influenciam no desvio da proporção sexual.....	29
2.3.1.1. Sexagem de espermatozóides.....	29
2.3.1.2. Influência da fêmea na seleção do sexo.....	31
2.3.1.2.1. Momento da inseminação.....	33
2.3.1.2.2. Concentrações hormonais.....	35
2.3.1.2.3. Estresse.....	36
2.3.1.2.4. Nutrição.....	36
2.4. Ácido ascórbico.....	38
2.4.1. Funções biológicas.....	38
2.4.2. Metabolismo do ácido ascórbico.....	39

2.4.3. Requerimento e toxicidade.....	41
2.4.4. Distribuição tecidual do ácido ascórbico em suínos.....	42
3. OBJETIVOS.....	43
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
4.1. Delineamento estatístico.....	44
4.2. Delineamento experimental.....	44
4.3. Identificação do sexo dos leitões.....	46
4.4. Análise dos resultados.....	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1. Proporções sexuais ao nascimento.....	48
5.2. Tamanho de leitegada, número de nascidos vivos e mortos.....	50
5.3. Proporção de machos e fêmeas segundo a ordem de parição.....	51
5.4. Impacto do desvio da proporção sexual na intensidade de seleção....	53
5.5. Custos e impacto na produção comercial de suínos.....	56
6. CONCLUSÕES.....	59
7. ANEXOS.....	59
8. BIBLIOGRAFIA.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características reprodutivas de interesse para o melhoramento genético de suínos

Tabela 2: Características de produção de interesse para o melhoramento genético de suínos

Tabela 3: Composição da dieta das matrizes

Tabela 4: Número e proporção de machos e fêmeas nascidos nos grupos tratados com 10 e 24 g de vitamina C e seus respectivos controles

Tabela 5: Tamanho da leitegada nas duas fases do experimento

Tabela 6: Média de nascidos vivos e mortos nos grupos de porcas tratadas com vitamina C e seus respectivos controles

Tabela 7: Número e porcentagens de machos e fêmeas nascidos dentro da ordem de parição das matrizes que receberam 10g / dia de vitamina C e das porcas controle

Tabela 8: Número e porcentagens de machos e fêmeas nascidos dentro da ordem de parição das matrizes que receberam 24g / dia de vitamina C e das porcas controle

Tabela 9: Comparação da intensidade de seleção dos grupos tratados com 24 g de vitamina C e controle considerando as fêmeas F1 necessárias para reposição do rebanho comercial

Tabela 10: Comparação da intensidade de seleção dos grupos tratados com 24 g de vitamina C e controle considerando as fêmeas necessárias para reposição do rebanho puro e de fêmeas puras dentro do rebanho comercial

Tabela 11: Índices de desempenho de fêmeas e machos em diferentes idades e custos de produção

DESVIO DA PROPORÇÃO SEXUAL POR MEIO DA SUPLEMENTAÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS COM ÁCIDO ASCÓRBICO E SUA INFLUENCIA NA RESPOSTA À SELEÇÃO

RESUMO

A possibilidade de desviar a proporção de sexos ao nascimento em suínos poderá contribuir para o incremento do progresso genético e produtividade. Uma possibilidade para obter esse desvio seria por processos diferenciais de transporte dos espermatozóides X e Y no trato reprodutivo da fêmea. Entre estes fatores que pode influenciar neste transporte está o pH uterino.

Constituiu objetivo do presente trabalho avaliar um possível desvio na proporção sexual ao nascimento pela administração de vitamina C oral em matrizes suínas. Em uma primeira fase, 15 porcas foram tratadas com 10 g de vitamina C por dia durante 7 dias após o desmame, neste período, receberam inseminações artificiais e 16 porcas não receberam tratamento (controle). As matrizes que receberam a vitamina C produziram 45,20% de fêmeas e o grupo controle produziu 47,40% de fêmeas ($P>0,05$). Na segunda fase do experimento, 49 matrizes foram tratadas com 24g de vitamina C por dia por 7 dias e outras 63 matrizes não receberam tratamento (controle), todas as porcas foram inseminadas. As matrizes que receberam a vitamina C produziram 53,10% de fêmeas e as matrizes do grupo controle pariram 45,24% de fêmeas ($P<0,05$).

Palavras-chaves: intensidade de seleção, proporção sexual, vitamina C, *Sus scrofa*

DEVIATION OF THE PROPORTION OF SEXES BY THE SUPPLEMENTATION OF SOWS WITH ASCORBIC ACID AND THE INFLUENCE ON THE SELECTION RESPONSE

ABSTRACT

The possibility of deviation of the sexes at birth will contribute for the genetic progress and productivity. A possible way to get this deviation would be by the differences on the transport of the X or Y spermatozoa inside the female reproductive tract. The pH is a factor affecting this transport.

The purpose of this work was to evaluate a possible deviation of sexes at birth after the supplementation of sows with ascorbic acid. In a first work, 15 sows were supplemented with 10g of ascorbic acid for seven days (treated group), and they were artificial inseminated. Other 16 sows were not supplemented (control group). The treated sows gave birth to 45.20% of females and the control group, 47.40% of females ($P>0.05$). In a second work, 47 sows were supplemented with 24g of ascorbic acid (treated group) and other 63 sow were not supplemented (control group). All the sows were artificial inseminated. The treated sows gave birth to 53.10% of females and the control group, 45.24% of females ($P<0.05$).

Key-words: selection intensity, sex proportion, vitamin C, *Sus scrofa*

1. INTRODUÇÃO

Avaliando-se a importância da carne suína na alimentação humana e o progresso conseguido pelo setor de criação de suínos nas últimas décadas nota-se que o melhoramento genético e o aprimoramento nas condições de manejo, aliadas ao uso de tecnologias, principalmente ligadas à reprodução, tiveram papel fundamental.

Existem projeções de que a demanda de carne suína chegue a 125 milhões de toneladas (GERRITS *et al.*, 2005) e atender esta demanda se tornará realidade com a implantação dos avanços das pesquisas na produção comercial de suínos.

Bioteχνologias como inseminação artificial, transferências de embriões, clonagens, entre outras tem sido desenvolvidas na suinocultura com objetivos de aumentar a produtividade diretamente ou indiretamente por melhoramento genético. Neste contexto, a seleção do sexo também poderá contribuir para o progresso do ganho genético e aumento da rentabilidade na produção.

O principal processo de seleção de sexo desenvolvido para a maioria das espécies domésticas é o uso de espermatozoides sexados. A citometria de fluxo tem sido uma das técnicas consideradas mais promissoras para realizar a sexagem dos espermatozoides, porém já se sabe que essa técnica compromete a viabilidade das células, gerando índices de produtividade reduzidos, além de exigir que as doses inseminantes sejam menores, tanto em volume quanto em concentração, o que se torna um entrave a sua utilização em larga escala na suinocultura comercial.

O mecanismo da determinação da proporção dos sexos ao nascimento é pobremente compreendido, porém já se sabe que, em relação à fêmea, pode haver processos diferenciais ou preferenciais para o transporte de espermatozoides X ou Y no seu trato reprodutivo. O momento da

inseminação, idade da fêmea, estado do muco cervical, balanço de nutrientes nas secreções do trato e o pH vaginal são exemplos de fatores que podem influenciar nos processos de transporte de espermatozóides no trato reprodutivo da fêmea e conseqüentemente alterar a proporção sexual ao nascimento.

Em relação ao pH vaginal, alguns experimentos em cadelas e mulheres sugerem que o pH alcalino favorece o nascimento de machos e o pH ácido, o nascimento de fêmeas. Não são encontrados na literatura experimentos deste tipo em suínos.

Devido a baixa eficiência de utilização de uso de sêmen sexado por citometria de fluxo na suinocultura comercial (decréscimo nos índices produtivos), seu alto custo e dificuldade operacional (inviável com a inseminação tradicional), outros métodos de desvio na proporção de sexos ao nascimento devem ser desenvolvidos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da diminuição do pH uterino em porcas na proporção dos sexos, pela adição de ácido ascórbico em suas dietas.

A diferença na intensidade de seleção entre machos e fêmeas resultantes do desvio na proporção dos sexos também foi avaliada. Para isso foram levados em conta dados de rebanhos e taxas de reposição de planteis encontrados na literatura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cenário da suinocultura no Brasil e no mundo

A carne suína é segunda carne mais produzida no mundo com 102,4 milhões de toneladas, estando atrás apenas da carne de peixes, com produção de 105,0 milhões de toneladas (ROPPA, 2006). Mais da metade da carne suína é produzida pela China, (cerca de 49 milhões de toneladas) que segue absoluta como a maior produtora mundial e continua apresentando índices de crescimento na média de 4% ao ano. A China vem seguida pela União Européia, com produção de 21 milhões de toneladas, EUA, com 9,5 milhões de toneladas, e Brasil ocupando o quarto lugar na lista, com produção de 2,7 milhões de toneladas (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2006).

Nos últimos 50 anos, pesquisas em seleção genética, biotecnologias e programas de nutrição tiveram um grande impacto no melhoramento da composição das carcaças e na eficiência de produção. O uso da inseminação artificial, primeiramente na Europa e mais recentemente nos Estados Unidos também respondeu por grandes progressos na suinocultura (GERRITS *et al.*, 2005). A partir da inseminação artificial, novas biotécnicas vêm sendo desenvolvidas, levando a importantes avanços nas áreas de genética, nutrição e controle de doenças e parasitas.

Devido à aplicação dessas novas tecnologias, nos últimos 10 anos, a produção de carne suína aumentou de 73 para 94 milhões de toneladas segundo dados da FAO (2002). Há projeções de que em 2020 a demanda por carne suína chegue a 125 milhões de toneladas (GERRITS *et al.*, 2005).

O rebanho suíno brasileiro possui aproximadamente 33 milhões de animais e 2,5 milhões de matrizes concentrados, principalmente, na região sul

com 43% do plantel nacional. No país existem hoje cerca de 200 plantas frigoríficas responsáveis pelo abate de cerca de 35 milhões de suínos e deste total de suínos abatidos 70% são dirigidos ao mercado interno em forma de produtos industrializados. No que diz respeito à exportação, o Brasil chegou na média de 625 mil toneladas de carne, sendo a Rússia responsável pela compra de 64,75% do total exportado, precedida por Hong-Kong com 9,74%, Ucrânia com 3,54% e Cingapura, com 2,89%, entre outros. Há perspectivas de aumento das exportações, principalmente para mercados como Japão, Coréia do Sul, México, EUA e União Européia (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2006).

O consumo per capita mundial de carne suína encontra-se por volta de 14,96 kg por habitante, sendo a segunda carne mais consumida no mundo. A frente dela está a carne de peixe, com 16,4 kg por habitante (ROPPA, 2006) e atrás dela estão a carne de frango, com consumo per capita de 11,5 kg, e a carne de bovinos, 9,7 kg por habitante. A China é a maior consumidora, respondendo por 34 kg/habitante/ano (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2006). GERRITS *et al.* (2005) cita que aproximadamente 40% de toda a carne vermelha consumida anualmente no mundo é carne suína. O consumo per capita da carne suína, como qualquer outro produto, depende de alguns fatores tal como: tradição, clima, qualidade, variedade, quantidade de oferta e principalmente da distribuição da renda. No Brasil, apesar de campanhas que buscam mostrar que a carne suína e produtos derivados da mesma têm qualidade, valores nutricionais e sabor semelhante às outras carnes, a preocupação dos consumidores em relação a sua segurança alimentar (problemas com cisticercose e colesterol) continua sendo causa do baixo consumo em algumas regiões do país. O consumo per capita brasileiro está em torno de 13,3 kg. Estados como Rio Grande do Sul e Santa Catarina, são os

maiores consumidores brasileiros, respondendo 21,82 e 26 kg por habitante, respectivamente (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2006).

2.2. Melhoramento genético de suínos

As características de desempenho que determinam a eficiência nos sistemas de produção de suínos podem ser agrupadas em duas categorias: as características reprodutivas, como idade à puberdade e tamanho da leitegada e as características de produção, como taxa de crescimento, eficiência alimentar e composição de carcaça. O melhoramento genético de ambos os tipos de características pela seleção de animais superiores para serem utilizados como progenitores é possível em níveis variados, dependendo da herdabilidade da característica, da variação na quantidade de animais necessários para a reposição e da superioridade desses animais de reposição (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001).

Em suínos, o desenvolvimento de linhas de fêmeas e machos com base em características específicas tem se mostrado vantajoso. Os cruzamentos entre estas linhas ou mesmo raças representam um aspecto importante nos sistemas de criação comercial devido ao aumento na eficiência com a heterose e a possibilidade de explorar diferenças entre elas (SCHINCKEL, 1999; VAN VLECK, 1987). Em cruzamentos terminais normais, machos de uma raça ou linha (que normalmente conferem característica importantes para a carcaça) são cruzados com fêmeas de outra raça ou linha (que normalmente conferem características relacionadas à reprodução), desta forma, a progênie, que é constituída apenas de animais destinados ao abate, tem grande benefício das diferenças entre as raças ou linhas dos pais. As linhas que tem mérito genético superior para características reprodutivas geram fêmeas para o sistema de

cruzamento enquanto as linhas com mérito genético superior para características de produção geram os machos para os cruzamentos. Desta forma, os animais de mercado, destinados ao abate, se beneficiam de alto potencial genético para características de produção enquanto um alto mérito genético para características de reprodução é mantido em rebanhos de fêmeas (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001).

As raças puras ou linhas com mérito genético superior para características reprodutivas são cruzadas segundo cruzamentos estáticos ou rotacionais, para gerar linhas de fêmeas cruzadas que se beneficiam da heterose e serão usadas posteriormente em cruzamentos terminais, em que todos os produtos são destinados ao abate. ROTHSCILD & BIDANEL (1998), em termos de heterose de fêmeas cruzadas, citaram uma redução de 11,3 dias na idade à puberdade, taxas de concepção de 2 a 4 % maiores, 0,6 a 0,7 leitões a mais por leitegada ao nascimento quando comparadas com fêmeas puras das mesmas raças.

O aproveitamento da heterose paterna, devido ao uso de machos cruzados é de menor importância econômica, porém também pode ser conseguida quando linhas geneticamente superiores para características de produção são cruzadas e geram um macho composto para serem usados em cruzamentos terminais.

Dentro dos vários tipos de cruzamento utilizados em suinocultura, devem ser mantidos os rebanhos puros que originarão animais para os cruzamentos. Neste contexto, parte das fêmeas de determinada raça devem se acasalar com machos da mesma raça, para gerar fêmeas puras de reposição, e este fato poderia reduzir o número de fêmeas disponíveis para o sistema de cruzamento, porém, em animais múltiparos, o número elevado de progênie, torna viável o uso de sistemas de acasalamento VAN VLECK *et al.* (1987).

Devido ao fato das linhas ou raças de machos e fêmeas usados nos cruzamentos terminais terem origens diferentes, o produto comercial deste cruzamento pode se beneficiar de alta heterose.

2.2.1. Objetivos de seleção

Os rebanhos que trabalham com melhoramento genético podem melhorar linhas de machos ou fêmeas existentes para desempenhar um papel específico em sistemas de cruzamentos ou desenvolver novas linhas para preencher determinado papel dentro do cruzamento usando os objetivos de seleção.

As linhas de machos geram machos reprodutores que contribuem com metade do seu valor genético para a progênie comercial. A parte que determina as características reprodutivas desses machos terminadores nunca é expressa na progênie, pois esta é destinada ao abate. Conseqüentemente, os objetivos de seleção nas linhas de machos são as melhorias no mérito genético para as características produtivas, com importância econômica em animais destinados ao abate. Uma ênfase secundária deve ser dada às características reprodutivas desses machos, para manter em níveis aceitáveis os índices reprodutivos para as fêmeas dentro destas linhas de machos (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001).

As características reprodutivas devem se expressar em todas as fêmeas usadas como mães em cruzamentos terminais. Essas mesmas fêmeas contribuem com a outra metade do mérito genético para as características produtivas da progênie comercial. Devido a isso, o objetivo principal de seleção dentro das linhas fêmeas, designadas para gerar o lado materno do cruzamento terminal, deve ser a melhoria da performance reprodutiva. Alguma ênfase também deve ser atribuída para as características produtivas

dessas fêmeas, para contribuir com o mérito genético de produção de suas progênes (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001). Alguns exemplos de características reprodutivas de interesse econômico citadas por ROTHSCILD & BIDANEL (1998) são: taxa de ovulação, número de embriões aos 25 dias de gestação, tamanho e peso da leitegada ao nascimento e aos 21 dias, idade à puberdade, intervalo desmame cobertura, intensidade dos sintomas de cio, entre outras.

As características reprodutivas, em sua maioria, têm herdabilidade menor que as produtivas, mas ainda respondem moderadamente à seleção. As herdabilidades estimadas para tamanho de leitegada ao nascimento a ao desmame, giram em torno de 10%. A grande variação no tamanho da leitegada gera potencial para alguma resposta à seleção, principalmente quando são usadas informações de parentes na avaliação (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001).

As características produtivas geralmente respondem bem à seleção. As herdabilidades para ganho pós-desmama e dias para chegar aos 100 kg são aproximadamente 35 e 25%, respectivamente. As características de carcaça como espessura de toucinho, área de olho de lombo e deposição de carne magra tem herdabilidade estimada em torno de 40% e são consideradas as mais responsivas à seleção (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001).

Esses diferentes objetivos de seleção são designados para produzir linhas que podem ser vantajosamente combinadas em cruzamentos terminais.

O potencial para resposta à seleção é determinado pela herdabilidade da característica, as variações fenotípicas entre os animais disponíveis para seleção e da intensidade de seleção sobre os animais que serão selecionados como progenitores (CLUTTER & SCHINCKEL, 2001).

A tabela 1 mostra as principais características reprodutivas de interesse dentro de programas de melhoramento genético com ênfase nas linhas de fêmeas.

Tabela 1: Características reprodutivas de interesse para o melhoramento genético de suínos.

Características reprodutivas de interesse para o melhoramento animal			
Função reprodutiva	Sexo	Característica	
Maturidade sexual	Macho	Idade da primeira monta ou coleta de sêmen Tamanho de testículo	
	Fêmea	Idade do primeiro estro	
Comportamento sexual	Macho	Habilidade de montar	
	Fêmea	Sintomas visíveis de cio	
Fertilidade	Macho	Taxa de concepção por acasalamento	
	Fêmea	Taxa de ovulação Taxa de concepção Intervalo desmama – estro	
Prolificidade	Macho	Tamanho de leitegada por acasalamento	
	Fêmea	Taxa de fertilização Número de embriões Tamanho de útero Capacidade uterina Número de leitões mumificados Número de nascidos totais ou vivos	
Habilidade materna	Fêmea	Número de desmamados Taxa de sobrevivência antes do desmame Número de tetas Produção de leite	
Níveis hormonais	Macho	Níveis de testosterona	
	Fêmea	Níveis de progesterona	

ROTHSCHILD & BIDANEL (1998)

A tabela 2 cita as principais características de produção de interesse dentro de programas de melhoramento genético de suínos, que são enfatizadas nas linhas de machos.

Tabela 2: Características de produção de interesse para o melhoramento genético de suínos.

Características produtivas de interesse para o melhoramento genético	
Composição de carcaça	Deposição de gordura na 10 ^a . Costela
	Espessura de toucinho
	Área de olho de lombo
	Porcentagem de carne magra
	Rendimento de carcaça
	Deposição de carcaça
Desempenho	Taxa de crescimento
	Conversão alimentar
Qualidade de carne	Capacidade de retenção de água
	Firmeza
	Perdas por cozimento
	Potencial glicogênico
	Condutividade elétrica
	pH
	Coloração
	Características das fibras musculares
	Maciez
	Sabor
	Gordura intra-muscular
Qualidade da gordura	Firmeza
	Composição dos ácidos graxos

CLUTTER & BRASCAMP (1998), OLIVER (1998), SELLIER (1998)

PEREIRA (2000) cita que até a década de setenta, os ganhos obtidos na eficiência reprodutiva dos suínos eram decorrentes de melhorias no manejo, alimentação, meio ambiente, utilização de genótipos mais prolíferos, cruzamentos. Embora muito se tenha tentado e até recomendado sobre a inclusão de características de reprodução nos índices econômicos de seleção, pouco ou nenhum progresso genético resultante dos efeitos aditivos dos genes, se conseguiu através de programas de seleção individual. Somente no final da mesma década é que pesquisadores franceses demonstraram ser possível lograr progresso genético para eficiência reprodutiva, utilizando critérios específicos de seleção associados a uma alta intensidade de seleção, conforme mostra.

Em programas de melhoramento genético, média do grupo selecionado (μ_s) pode ser expressa em função da média da população (μ_p), o fator de intensidade de seleção (t), e o desvio padrão do valor real para determinada característica (σ_T)

$$\mu_s = \mu_p - t \sigma_T$$

Se a média da população e o desvio padrão permanecem constantes, quanto maior o fator de intensidade de seleção (t), maior será a média do grupo selecionado.

A superioridade genética do grupo selecionado (Δg) pode ser calculada por (VAN VLECK, 1993):

$$\Delta G = r_{IT} t \sigma_T, \text{ onde } r_{IT} \text{ é a acurácia de predição}$$

Quando se divide essa superioridade genética pelo intervalo de gerações (L), obtêm-se o progresso genético por ano (Δg) (VAN VLECK *et al* 1987):

$$\Delta g = \Delta G/L$$

Todos esse fatores são considerados pontos chave, pois qualquer modificação em qualquer um deles, pode alterar as taxas de progresso genético. O objetivo principal de um programa de melhoramento genético é achar o balanço ideal desses fatores chaves, para aumentar o progresso genético ao máximo (VAN VLECK *et al* 1987).

Como a progênie recebe uma amostra da metade do valor genético de cada um de seus pais, a superioridade genética esperada para a progênie (Δp) deve ser expressa como (VAN VLECK, 1993):

$$\Delta p = (\Delta s + \Delta d)/2$$

Onde Δs é a superioridade genética do pai selecionado (sire) e Δd é a superioridade genética da mãe selecionada (dam). Quando deseja-se obter o ganho genético por ano (Δg) no caso da progênie, divide-se as superioridades dos pais pelos respectivos intervalos de geração L_s e L_d (VAN VLECK, 1993):

$$\Delta g = (\Delta s + \Delta d) / (L_s + L_d)$$

Como em melhoramento genético de suínos, tanto a seleção de fêmeas quanto de machos é importante mesmo dentro das linhas macho e fêmea, deve-se achar uma proporção ideal de nascimentos de ambos os sexos dentro

de cada linha, para que haja um balanço das intensidades de seleção de cada sexo, de modo a gerar o máximo ganho genético para a característica de interesse a ser selecionada.

A seleção do sexo pode contribuir para o melhoramento genético de suínos aumentando a intensidade de seleção dentro das linhas de machos ou fêmeas ou mesmo facilitando os cruzamentos para obtenção de heterose.

A intensidade de seleção é função da porcentagem de animais que serão selecionados dentro de uma população. Para cada porcentagem selecionada existe um fator de intensidade de seleção, que é calculado com base em uma população com distribuição normal para determinada característica, e pode ser encontrado em tabelas. Esse fator é uma medida relativa de quanto a média do grupo selecionado excederá a média do grupo de onde os selecionados foram escolhidos (VAN VLECK, 1987).

Quando existe desvio na proporção de sexos ao nascimento, aumenta-se a disponibilidade de animais do determinado sexo para seleção. Se o número de animais necessários para a reposição permanece fixo, a porcentagem de animais selecionados diminui, e com isso, aumenta-se a intensidade de seleção.

2.3. Importância da seleção do sexo

Um dos meios para aumentar a quantidade, bem como a qualidade de produtos de origem animal é através do melhoramento genético, aliado a biotecnologias, principalmente aplicadas à reprodução (NIEMANN *et al.* 2003). O aprimoramento e a difusão de biotecnologias reprodutivas como a inseminação artificial e produção de embriões *in vitro* e *in vivo*, dentro dos programas de melhoramento genético, bem com a demanda de sistemas de

produção mais eficientes intensificaram o estudo e o desenvolvimento das técnicas de seleção do sexo de espermatozóides e de embriões pré-implantados, em espécies de interesse zootécnico (WILMUT *et al.*, 2000).

A seleção do sexo tem um valor econômico significativo nos animais explorados comercialmente onde a produtividade é favorecida pela progênie de um dos sexos (TAYLOR *et al.*, 1985; VAN VLECK *et al.*, 1987; RUVUNA *et al.*, 1992). A grande parte dos trabalhos relacionados à seleção de sexo inclui a sexagem de espermatozóides. O uso de sêmen sexado tem potencial para aumentar o número de progênies de um mesmo sexo em uma população fechada, aumentando, dessa forma, a intensidade de seleção para o sexo determinado (NICHOLAS 1996; VAN VLECK 1981). A pré-determinação do sexo pode afetar o melhoramento animal de diversas formas. Em muitos programas de melhoramento, um número determinado de fêmeas é selecionado para serem mães da próxima geração de progênies. Em espécies com potencial reprodutivo limitado, como por exemplo, ovelhas e cabras, os programas de melhoramento seriam beneficiados se houvesse a garantia de que essas fêmeas produziram progênies do sexo masculino (GIBSON & SMITH 1989). Os benefícios seriam desde o aumento da pressão de seleção, reduzindo à metade as fêmeas necessárias, como na redução do intervalo de gerações (não há a necessidade de esperar até que a fêmea em questão produza um macho) (FOOTE & MILLER, 1971; VAN VLECK & EVERETT, 1976 citados por GIBSON & SMITH, 1989). A redução do número de machos produzidos e consequente aumento de fêmeas pode aproximar as proporções de seleção para os sexos, melhorando desta forma a resposta à seleção (KINGHORN *et al.*, 2006).

A aplicação de técnicas de pré-seleção de sexo acelerará o progresso genético (VASQUEZ *et al.*, 2003). No que diz respeito ao melhoramento

genético de suínos, VAN VLECK *et al.* (1987) cita que as taxas de crescimento têm aumentado significativamente devido à pressão de seleção que pode ser imposta devido ao grande número de leitões por leitegada.

Outra área da suinocultura que seria beneficiada pela pré-seleção de sexo seria a produção de linhas de machos ou fêmeas híbridas (JOHNSON *et al.*, 2005). Devido a herdabilidade baixa de características como tamanho da leitegada e taxa da sobrevivência dos leitões, lança-se mão de cruzamentos para conseguir melhora de desempenho pela heterose (VAN VLECK *et al.* 1987).

No contexto não-genético, a seleção de sexo apresenta inúmeras vantagens para a produção comercial. Na produção de carne pela maioria das espécies exploradas comercialmente a seleção de sexos possibilitaria aumento na produtividade pelo desvio para machos, que crescem mais rápido e mais eficientemente que as fêmeas (GIBSON & SMITH, 1989). COMSTOCK *et al.* (1998) encontraram diferenças significativas entre o desenvolvimento de machos e fêmeas em linhagens Poland China, sendo os machos mais eficientes no ganho de peso.

Especificamente em suínos, a determinação do sexo dos leitões antes do nascimento significará grande impacto para a produção. A produtividade pode ainda ser aumentada pelo uso do sexo que se adapte à melhor performance. Por exemplo, na produção de carne suína, a fêmea é superior ao macho castrado em relação à conversão energética, além de possuir melhor qualidade de carcaça (NIEMANN *et al.* 2003), o que pode representar uma vantagem aos produtores que são remunerados por sistemas de bonificação de carcaças, além disso, em alguns países da Europa a castração não será permitida e alternativas para produzir mais fêmeas deverão ser desenvolvidas. Uma das

alternativas poderia ser pela pré-seleção dos sexos (GROSSFELD *et al.*, 2005; JOHNSON *et al.*, 2005).

Para os produtores de suínos que não recebem as remunerações por bonificação de carcaça, o desvio da proporção de sexos para machos pode representar maiores rendimentos, uma vez que machos apresentam maiores índices de ganho de peso e necessitam de rações com níveis nutricionais menores, apesar de apresentarem pior conversão alimentar e pior carcaça em relação às fêmeas.

2.3.1. Métodos e fatores que influenciam no desvio da proporção sexual

A determinação do sexo em mamíferos pode ser considerada como uma série de etapas ordenadas que se inicia com o estabelecimento do sexo genético, quando o oócito é fecundado por espermatozóide portador do cromossomo X ou do cromossomo Y, originando, respectivamente um embrião geneticamente feminino (XX) ou masculino (XY). O sexo genético determina que a gônada diferenciada se organize como testículo ou ovário (sexo gonadal). A partir da diferenciação gonadal e do seu funcionamento endócrino, estabelece-se o sexo fenotípico (JOST, 1970).

2.3.1.1. Sexagem de espermatozoides

Nos últimos anos, alguns métodos de desviar a proporção de sexos ao nascimento, têm sido desenvolvidos, entre eles, a sexagem de sêmen. A sexagem do sêmen envolve a separação dos espermatozoides com os cromossomos X e Y, seguida do uso desse sêmen em inseminações artificiais

ou fecundações *in vitro* combinadas com transferências de embrião (JOHNSON *et al.*, 2005).

Baseado na diferença de DNA entre os espermatozóides X e Y que varia de 3,5 a 4,3% (GARNER *et al.*, 1983; PINKEL *et al.*, 1985) desenvolveu-se um método para a separação *in vitro* dos espermatozóides suínos utilizando citometria de fluxo. Entretanto, os resultados não foram satisfatórios quanto a qualidade e a quantidade de espermatozóides após o tratamento (JOHNSON *et al.*, 1987; PARRILA *et al.*, 2004) e o sêmen deve ser colocado o mais próximo possível do local de fecundação, o que não ocorre nos procedimentos usuais de inseminação artificial

Recentemente, um novo procedimento de inseminação intra-uterina profunda tem sido descrito (MARTINEZ, *et al.*, 2002). Essa técnica utiliza um cateter flexível de 1,5 mm que passa através da cérvix e alcança a extremidade do corno uterino com um volume 7,5 ml e concentração de 50 milhões de espermatozóides, porém esta técnica ainda não é utilizada em larga escala.

GROSSFELD *et al.* (2005), trabalhando com sexagem de sêmen suíno por citometria de fluxo e inseminação intra-uterina profunda, notou que o processo de sexagem diminuiu a motilidade espermática confirmando observações de ASHWORTH *et al.* (1994 citados por GROSSFELD *et al.*, 2005) e RATH, *et al.* (1999). Notaram ainda que a alta proporção de danos produzidos aos espermatozóides durante o processo de sexagem diminui a proporção de células férteis, comprometendo a fertilidade e concluíram que o número de células sexadas viáveis ainda é muito baixo para estender a técnica à produção de suínos. Na técnica de inseminação intra-uterina profunda, encontraram dificuldade de inserção do cateter em 4% das fêmeas e 8% delas não foram possíveis de serem inseminadas.

O uso do corante Hoechst 33342 foi estudado por PARRILA, *et al.* (2004). Em um primeiro experimento, os autores avaliaram o efeito do corante no sêmen suíno através de parâmetros reprodutivos em dois grupos de porcas, um inseminado com sêmen incubado com o fluorocromo e outro não. Os autores não encontraram diferenças significativas nas taxas de prenhes, parto e tamanho de leitegada entre os dois grupos. Por outro lado, constataram que quando o sêmen incubado com Hoechst 33342 era submetido ao u.v. laser no citômetro de fluxo, os índices reprodutivos eram significativamente menores.

VASQUEZ *et al.* (2003), avaliando taxa de prenhes, taxa de parto e tamanho de leitegada em porcas inseminadas com sêmen sexado em citômetro de fluxo através de inseminação intra-uterina profunda, observaram que, com concentrações de doses de 140 milhões de espermatozóides, as taxas de prenhes foram respectivamente 54,3% e 85,7% com sêmen sexado e não sexado. As taxas de parto foram 46,6% e 85,7% para sêmen sexado e não sexado, respectivamente, e o tamanho da leitegada também mostrou tendência de ser menor para o sêmen sexado (9,2 contra 9,8 do sêmen não sexado).

Em outro experimento, GROSSFELD *et al.* (2005), também trabalhando com sêmen sexado por citometria de fluxo, encontraram taxas de prenhes menores nas fêmeas inseminadas com sêmen sexado (33,3%) em relação à fêmeas inseminadas com sêmen não sexado (54,5%).

2.3.1.2. Influência da fêmea na seleção do sexo

Os mamíferos geralmente produzem igual número de filhos e filhas durante sua vida reprodutiva, porém há exceções a essa regra geral. ROSENFELD & ROBERTS (2004), sugerem que a idade, a nutrição e a

condição corporal da mãe, bem como o momento da inseminação, podem ter efeitos sobre a proporção de sexos.

Em relação ao trato reprodutivo da fêmea, pode haver processos diferenciais ou preferenciais para o transporte de espermatozóides X ou Y no seu trato reprodutivo. Da mesma maneira, o momento da inseminação pode afetar a interação entre gametas tanto *in vivo* quanto *in vitro*. Neste sentido é importante descrever o efeito de determinados manejos na proporção dos sexos (KOCHHAR, *et al.*,2001). Nos mamíferos, as fêmeas podem participar do controle do sexo de sua progênie prevenindo ou facilitando o transporte de um dos dois tipos de espermatozóides no trato reprodutivo, selecionando esses espermatozóides no sítio de fecundação (controle pré-fecundação) e selecionando embriões ou fetos. Apesar da fêmea potencialmente ter o controle bioquímico do trato reprodutivo, o controle do sexo acontece devido a diferenças entre os espermatozóides X e Y (HARDY, 1997).

Numerosos fatores são associados à variação da proporção dos sexos nos mamíferos incluindo a nutrição, estação do ano, enfermidades, concentração de gonadotrofinas e esteróides, momento da inseminação, condição social, estresse, idade e número de parições (RORIE, 1999).

A hipótese que explica a variação na proporção de sexos é a de que os espermatozóides dos diferentes sexos possuem motilidades diferentes, portanto, as condições do trato reprodutivo da fêmea, como por exemplo, o estado do muco cervical, o balanço de nutrientes nas secreções do trato, o pH vaginal e o momento em que a cópula ocorre em relação ao estro, podem favorecer um ou outro tipo de espermatozóides (ROSENFELD & ROBERTS, 2004).

GÓRECKI (2003), avaliando fatores que poderiam influenciar a proporção de sexo ao nascimento em suínos, concluiu que o tamanho da

leitegada afetou a proporção de sexos (menos machos em leitegadas maiores). Também notou que fêmeas nascidas de Setembro a Fevereiro pariram leitegadas com maior número de machos que as fêmeas nascidas de Março a Agosto. Não encontrou efeito do mês de nascimento da leitegada na proporção de sexos.

2.3.1.2.1. Momento da inseminação

O suíno doméstico é considerado uma espécie poliéstrica anual, com ciclo estral durando em média 21 dias, sendo dividido em quatro fases distintas: pró-estro, variando de 1 a 3 dias; estro, com duração média de 50 a 60 horas; metaestro, durando 2 a 3 dias e diestro, estendendo-se por 7 a 12 dias. É durante o estro que a fêmea suína apresenta alterações comportamentais como o reflexo de tolerância ao macho, o que é um dos indicativos do momento de inseminação. O momento da ovulação pode ser definido como o intervalo de tempo em que se inicia o reflexo de tolerância ao macho e o momento em que se processa a ovulação. A possibilidade de prever o momento da ovulação é alvo de muitas pesquisas, isto porque possibilitaria a adoção de manejos de inseminação mais adequados e também economicamente mais interessantes. O diagnóstico mais preciso do momento da ovulação só é possível com o uso de ultra-sonografia em tempo real trans-cutânea. Como regra geral, calcula-se que a ovulação ocorre no início do terço final do estro (BORTOLOZZO *et al.*, 2005).

O desempenho reprodutivo do rebanho pode ser incrementado com protocolos de inseminação que coloquem um número de espermatozóides viáveis no útero da fêmea 24 horas antes da ovulação, porém, na prática, devido a dificuldade de prever o início e duração do estro, múltiplas

inseminações devem ser realizadas para alcançar os índices reprodutivos desejados. A variação na duração do estro e o intervalo início estro-ovulação entre porcas desmamadas pode ser devido à estação do ano, ordem de parição e intervalo desmama- estro. (BELSTRA *et al.*, 2004).

A duração do estro é sem dúvida a variável que melhor prediz o momento da ovulação, infelizmente, a previsão do momento da ovulação pela duração do estro, para utilizações de manejos de inseminação não é possível, pois a duração do estro só pode ser medida ao final do período (BORTOLOZZO *et al.*, 2005). Outro fator que pode interferir na duração do estro e conseqüentemente no momento da ovulação seria o intervalo desmama-estro. Estudos indicam que quanto maior este intervalo, menor a duração do estro e mais próximo o momento da ovulação. Outros trabalhos também demonstram que fêmeas nulíparas têm duração de estro mais curta que as demais categorias.

Uma forma de predizer o momento da ovulação em suínos seria o uso de protocolos hormonais para indução de cio. ABAD *et al.*, (2007), trabalhando com o intervalo inseminação-ovulação para viabilizar o uso de sêmen congelado verificou a eficácia do protocolo hormonal para controle do momento de inseminação (ABAD *et al.*, (2007). Neste experimento, as fêmeas recebiam uma dose de 600 UI de gonadotrophina coriônica eqüina (eCG) para estimular o desenvolvimento do folículo ovariano, e 80 horas após o eCG, as porcas recebiam uma injeção intramuscular de 5mg hormônio luteinizante suíno (pLH) para induzir a ovulação. As fêmeas eram submetidas a ultrasonografia transretal a cada 2 horas após 34 horas da aplicação do pLH . Todas as fêmeas ovularam entre 35 e 42 horas após a aplicação do pLH, com 75,7% das porcas ovulando no intervalo de 37 a 39 horas após pLH.

SOEDE *et al.* (2000), trabalhando com ultrassonografia a cada 6 horas para determinar o momento da ovulação em fêmeas suínas após o desmame, fixaram diferentes intervalos de inseminação: de 24 a 36 horas, 12 a 24 horas, 0 a 12 horas antes da ovulação e 0 a 12 horas após a ovulação. Os autores não encontraram diferenças significativas na proporção sexual dos leitões ao nascimento. A diferença significativa foi encontrada apenas no número de nascidos.

2.3.1.2.2. Concentrações hormonais

Em suínos, ROHDE PARFET *et al.* (2003) avaliaram os efeitos da posição uterina em que as fêmeas foram gestadas em sua performance reprodutiva e comportamento social e sexual e concluíram que a posição da matriz apenas afeta no seu comportamento sexual o que pode indicar diferenças hormonais entre estas fêmeas. Os autores não avaliaram se poderia ocorrer alteração na proporção de machos e fêmeas na progênie destas porcas ao nascimento. Entretanto, VANDENBERGH & HUGGETT (1994), trabalhando com ratos domésticos, concluíram que a posição uterina de uma fêmea afeta o sexo de sua progênie. Mães que nasceram entre dois machos tendem a serem masculinizadas e produzem ninhadas com mais machos. No experimento, a primeira ninhada de fêmeas que nasceram entre dois machos foi composta de 58% de machos, enquanto a progênie de fêmeas que nasceram entre um macho e uma fêmea apresentou 51% de machos e a ninhada de fêmeas que nasceram entre duas fêmeas apresentou 42% de machos. O efeito da posição uterina da mãe na proporção sexual de seus filhos continuou mesmo após a segunda ninhada. A base deste fenômeno não está bem clara, mas pode ser resultado de uma maior concentração de andrógenos

encontrada nestas fêmeas que foram gestadas ao lado de um ou dois machos, ainda dentro do útero.

Em uma revisão sobre os efeitos da posição uterina ao nascimento de uma fêmea RYAN & VANDENBERGH (2002) apresentam dados que podem elucidar este fenômeno. Segundo os autores, os fetos machos iniciam a produção de altas doses de testosterona bem cedo durante a gestação, enquanto que os fetos do sexo feminino produzem estradiol em altas concentrações durante a fase mais tardia da gestação. Por serem esteróides, estes hormônios podem se difundir através do líquido amniótico entre os fetos. Como resultado disto, as fêmeas que nasceram entre dois machos têm concentrações sanguíneas mais altas de testosterona e mais baixas de estradiol do que fêmeas que não foram gestadas entre machos.

2.3.1.2.3. Estresse

Em suínos, Chen e Dzuik, citados por RYAN & VANDENBERGH (2002), citam que matrizes submetidas a estresse podem favorecer o nascimento de progênies do sexo masculino.

2.3.1.2.4. Nutrição

Existem na literatura vários trabalhos realizados em diversas espécies animais que associam a nutrição de fêmeas com a proporção de machos e fêmea em suas progênies.

RIVERS & CRAWFORD (1974) alimentaram ratas com dieta de baixa gordura e controle e observaram que as fêmeas que foram alimentadas com a dieta de baixa gordura tiveram desvio na proporção de sexos de 1 macho para

cada 3 fêmeas em suas progênes. A observação de que as fêmeas com melhores condições corporais produzem mais progênes do sexo masculino do que feminino foi constatada em várias espécies (ROSENFELD & ROBERTS, 2004).

Ainda em ratas, ROSENFELD *et al.* (2003), avaliaram dietas com baixa gordura saturada, sendo a fonte de energia provida por açúcares e carboidratos e alta gordura saturada e notaram que as fêmeas que receberam a dieta com alta taxa de gorduras saturadas produziram progênes em que a fração de machos era mais alta (0,67 contra 0,39 das fêmeas alimentadas com a dieta com baixos níveis de gordura saturada). Os autores concluíram que a dieta da mãe pode influenciar no sexo da progênie. Concluíram ainda que as fêmeas mais velhas mostraram uma resposta maior da dieta em termos do sexo da progênie que produziram.

Trabalhando com 281 casais humanos, STOLKOWSKI & LORRAIN (1980) conseguiram determinar o sexo do bebê em 80% dos casos alterando os níveis de cálcio, magnésio, sódio e potássio da dieta das mulheres. Estes autores são os preponentes da teoria segundo a qual, as concentrações iônicas do corpo da mulher poderiam levar ao nascimento de mais meninos ou meninas. O excesso de íons Na^+ e K^+ favoreceria o nascimento de meninos, enquanto que o excesso de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} desviaria os nascimentos para meninas.

BOLET *et al.* (1982), testando a teoria de Stolkowski e Lorrain em suínos, realizaram dois experimentos. No primeiro, as matrizes eram tratadas por 34 dias com uma dieta com excesso de CaMg ou com excesso de NaK. Após 677 nascimentos, a proporção de machos da dieta NaK foi de 55,7 % enquanto na outra dieta, foi de 48,3 %. No segundo experimento, as matrizes foram tratadas 53 dias com dietas similares e após 869 leitões nascidos, as

proporções sexuais ficaram invertidas, com a dieta NaK produzindo 50 % de machos e a dieta CaMg produzindo 53,5 % de machos. Os autores concluíram que não existe efeito do balanço destes minerais na proporção sexual ao nascimento para suínos.

Em cadelas, MURI (2004) observou o nascimento de até 61% de fêmeas em ninhadas de cadelas que ingeriram 10mg/kg de ácido ascórbico a cada 8 a 12 horas antes da cobertura até 24 horas após a última cobertura. No grupo controle, bem como no histórico dos canis onde foram conduzidos os experimentos nasceram em média 37% de fêmeas. Este experimento sugere que a alteração do pH do trato reprodutivo da fêmea favoreceu os espermatozóides de um determinado sexo.

A teoria de que a alteração do pH do fluído vaginal poderia desviar a proporção sexual foi primeiramente proposta por SHETTLES (1970). Ele observou que quando o fluído do trato genital era alcalino ou ácido ocorria a preponderância de meninos ou meninas respectivamente.

Estes resultados, entre outros, sugeriram que, em mamíferos, o ambiente uterino poderia selecionar espermatozóides X ou Y.

2.4. Ácido ascórbico

Ácido ascórbico é a denominação dada ao ácido 2,3-enediol-L-gulônico. Ambos os hidrogênios do grupo enediol podem se dissociar o que resulta na forte acidez do ácido ascórbico. É uma das mais instáveis de todas as vitaminas, sendo destruído pela oxidação durante a estocagem, processamento e cocção dos alimentos.

Devido a sua composição, o ácido ascórbico tem grande potencial de acidificação. Soluções de 0,5% de ácido ascórbico podem reduzir o pH a 3 (Mc DOWELL, 1989).

2.4.1. Funções biológicas

Uma das principais funções biológicas do ácido ascórbico é agir como co-fator para a formação e manutenção do colágeno, além de ser também essencial para a formação e manutenção do tecido conjuntivo, ossos, cartilagens e dentina e ter ação imune estimulantes, sendo que a sua suplementação na dieta melhora a resistência do animal às doenças (SPINOSA *et al*, 2002).

A suplementação de ácido ascórbico na dieta também pode controlar o estresse pelo calor e frio (quando em níveis mais baixos), o que pode reduzir a mortalidade e aumentar a produtividade animal (SPINOSA *et al*, 2002).

2.4.2. Metabolismo do ácido ascórbico

O suíno é um animal capaz de sintetizar a vitamina C. A enzima chave para a síntese do ácido ascórbico é a L-gulono- γ lactona oxidase (GLO) é encontrada no fígado dos suínos e tem a D-glicose como precursora. Esta enzima catalisa a reação terminal de conversão da L-gulono- γ lactona a L-keto-gulono- γ lactona e a partir disto, o ácido arcóbico é produzido por isomerações (BURNS *et al.*, 1956).

O ácido ascórbico é prontamente absorvido quando quantidades pequenas são ingeridas, porém, existe limitação na absorção intestinal quando quantidades maiores são ingeridas. As vias de excreção da vitamina C são as

fezes, urina e suor. A perda pelas fezes é mínima e pelo suor também são provavelmente baixas, mostrando que a principal via de excreção é a urina. A excreção pela urina depende das condições corporais, ingestão e funções renais (Mc DOWELL, 1989).

O ácido ascórbico perde facilmente seus elétrons e devido a isso é um excelente agente redutor. O ascorbato é a forma reduzida e biologicamente ativa. O ácido dehidroascórbico é a forma oxidada. Devido ao ascorbato liberar facilmente seus elétrons, pode doá-los a receptores, produzindo compostos oxidados que tem papéis essenciais no desenvolvimento corporal, ou ainda, esses elétrons podem estar envolvidos na ativação de várias enzimas. Geralmente a principal função do ascorbato é como doador de elétrons (MAHAN *et al.*, 2004).

Existem oito enzimas conhecidas que dependem do ascorbato para sua ativação (síntese da cartinina, vários hormônios peptídicos e metabolismo da tirosina) (LEVINE *et al.*, 1996).

O ácido ascórbico também tem funções imuno-estimulantes. Quando animais infectados são suplementados com vitamina C há diminuição de seus níveis séricos e aumento em suas concentrações teciduais. Estes dados sugerem que a ação imuno-estimulante seria pela proteção da membrana dos leucócitos de danos oxidativos (MAHAN *et al.*, 2004).

2.4.3. Requerimento e toxicidade

Em geral, os animais domésticos como frangos, ruminantes, suínos, cavalos, cães e gatos são capazes de sintetizar o ácido ascórbico e devido a isso não há recomendações de suplementação pelo Nutritional Research Council. Entretanto, Mc DOWELL (1989), propôs os seguintes requerimentos

de ácido ascórbico para suínos (mg/kg de dieta): leitões em crescimento: 300mg; e animais em engorda: 150mg.

A vitamina C não é considerada elemento essencial na dieta de suínos devido a sua capacidade de síntese, mas esta vitamina é essencial ao metabolismo. A enzima chave necessária para a síntese do ácido ascórbico, a L-gulono- γ lactone oxidase (GLO) é encontrada no fígado dos suínos e tem a D-glicose como precursora. O suíno regula a quantidade de vitamina C sintetizada pela atividade desta enzima. Existem variações na produção da vitamina de acordo o ciclo de vida do suíno (MAHAN *et al.*, 2004).

Existem poucos trabalhos avaliando os efeitos da vitamina C em fêmeas em idade reprodutiva.

SANDHOLM *et al.* (1979) demonstraram que as hemorragias umbilicais em leitões recém-nascidos poderiam ser prevenidas com a suplementação de suas mães com 1g de vitamina C por dia durante a última semana de gestação. Em estudos subseqüentes, onde as hemorragias umbilicais não eram consideradas um problema, não foram demonstrados melhorias nas taxas de sobrevivência ou crescimento quando as dietas de fêmeas no final da gestação eram suplementadas com 1 a 10g de ácido ascórbico por dia (LYNCH & O'GRADY, 1981; CHAVY, 1983; YEN & POND, 1983, citados por DOVE & COOK, 2001).

Em geral, não são relatados casos de toxicidade do ácido ascórbico em suínos (Mc DOWELL, 1989). Níveis tão altos como 10g/kg de dieta já foram testados em suínos jovens, sem constatação de efeitos colaterais (DOVE & COOK, 2001).

Em relação a fêmeas em reprodução (MAHAN *et al.*, 2004) não encontraram nenhuma vantagem na adição de 1 a 2g de ácido ascórbico na

performance reprodutiva durante os períodos de gestação ou lactação, mas o número de partos com leitões mortos pode ser menor.

2.4.4. Distribuição tecidual do ácido ascórbico em suínos

O fígado é o local de síntese da vitamina C em suínos e a concentração desta vitamina em outros tecidos é bastante variável. Os tecidos que apresentam maiores concentrações são as glândulas pituitária e adrenal (>1mg/g de tecido). Concentrações moderadas são encontradas no timo, paratireóide, tireóide, cérebro e lentes dos olhos (0,25 a 0,75 mg/g tecido) e concentrações menores são encontradas no fígado, rins, pulmões, coração, músculos do lombo e plasma sanguíneo (< 0,25 mg/g de tecido) (MAHAN *et al.*, 2004).

Os tecidos do trato reprodutivo dos suínos possuem concentrações de alta a moderada de ácido ascórbico. Os testículos e o corpo lúteo tem concentrações maiores que outros tecidos do corpo, com exceção das glândulas pituitária e adrenal (MAHAN *et al.*, 2004).

3.OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos:

- a) Desviar a proporção sexual da leitegada em favor das fêmeas pela administração oral de vitamina C em matrizes suínas;
- b) Avaliar o impacto do desvio da proporção sexual na intensidade de seleção de fêmeas, considerando as taxas usuais de reposição de plantel;
- c) Avaliar o efeito do tratamento com vitamina C no tamanho da leitegada;
- d) Avaliar o custo do tratamento com vitamina C e a viabilidade de utilização em um rebanho comercial.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na suinocultura de produção comercial de suínos, Sítio Estiva, no município de Jaboticabal. A suinocultura em questão produz animais para abate da linhagem Topigs e atualmente conta com plantel de 500 matrizes comerciais (C-40) e os machos terminadores utilizados são Dalboars. Todos os acasalamentos são realizados por inseminação artificial.

4.1. Delineamento estatístico

Foi utilizado delineamento estatístico inteiramente ao acaso e a análise dos resultados foi feita pelo teste de Student (t), com nível de significância de 5%, sobre o número de leitões nascidos.

4.2. Delineamento experimental

O experimento foi dividido em duas fases, na tentativa de adequar o nível mais eficiente de ácido ascórbico para as matrizes. Na primeira fase do experimento, foi administrada a 15 matrizes a quantidade de 5 g /kg de dieta de vitamina C revestida na concentração de 99% da empresa ROCHE o que equivale a ingestão diária de aproximadamente 10 g /matriz, pois a quantidade de ração fornecida às porcas foi de 2,0 kg /matriz /dia e outro grupo controle de 16 matrizes permaneceram em sua dieta normal caracterizando um grupo controle.

Na segunda fase do experimento, outro grupo de 49 matrizes recebeu como tratamento 12 g /kg de dieta da mesma vitamina. A quantidade de ração estabelecida foi de 2,0 kg /matriz /dia, o equivalente a 24 g /matriz /dia. Outro

grupo de 63 matrizes, que não recebeu tratamento e foi inseminado como controle.

Dentro de cada grupo tratado ou controle do experimento foram colocadas fêmeas de diversas ordens de parição, para minimizar o possível efeito do número de partos na proporção de sexos ao nascimento.

À administração de vitamina C às matrizes foi feita adicionando-se a quantidade de vitamina equivalente a cada fase do experimento na ração que seria fornecida às fêmeas no momento do trato, diretamente no cocho das fêmeas. Foram realizados dois tratos por dia e as fêmeas receberam a vitamina C do momento do desmame até sete dias após, período dentro do qual ocorreram as inseminações artificiais.

A dieta do grupo controle e do tratado foi mantida a mesma, à base de milho, soja, trigo e núcleo mineral específico para gestação, com exceção da vitamina C, para minimizar um possível efeito da dieta no resultado do experimento. A tabela 3 apresenta a composição da dieta.

Tabela 3: Composição da dieta das matrizes

Ingredientes	Peso (kg)
Milho moído	545 kg
Farelo soja	115 kg
Farelo trigo	300 kg
Núcleo mineral	40 kg
Total	1000 kg
Composição Nutricional	
Proteína Bruta	14,37%
Gordura	3,35%
Fibra Bruta	4,36%
Cálcio	0,96%
Fósforo Total	0,81%
E.M. Suínos Kcal/Kg	2.944,91
Lisina Total	0,65%

Durante as inseminações, cada fêmea recebeu três doses de sêmen com quatro bilhões de espermatozóide cada, seguindo esquema normal da granja, com intervalo de aproximadamente doze horas entre as doses. O sêmen dos cinco cachaços utilizados no experimento foram distribuídos de maneira aleatória na tentativa de anular qualquer efeito do macho no desvio da proporção sexual da leitegada.

As colheitas de sêmen foram realizadas na própria granja, com machos selecionados ao acaso e assumindo que cada ejaculado continha 50% de espermatozoides portadores do cromossomo X e 50% de espermatozoides portadores do cromossomo Y. O diluente utilizado no preparo das doses foi de longa conservação de nome comercial MR-A

4.3. Identificação do sexo dos leitões

A identificação de sexo dos leitões foi feita no momento de nascimento, em torno de 114 dias após as inseminações. O tamanho da leitegada também foi avaliado nos dois tratamentos, assim como, a quantidade de leitões nascidos vivos e mortos.

4.4. Análise dos resultados

O desvio na proporção de sexos e o número de leitões nascidos em todos os grupos (tratados e testemunhas) foram avaliados estatisticamente através do teste de Student (teste t), com nível de significância de 5%.

Com relação ao impacto no melhoramento genético, usando-se dados da literatura e de programas comerciais de melhoramento genético de suínos, a

superioridade genética dos pais selecionados (ΔG) para algumas características de interesse comercial, pode ser calculada pela fórmula (VAN VLECK, 1993):

$$\Delta G = r_{IT} t \sigma_T,$$

Onde r_{IT} é a acurácia de seleção, σ_T o desvio padrão da característica de interesse, e t a intensidade de seleção.

Dentro da progênie dos dois grupos de fêmeas, as testes e as testemunhas, pode-se comparar as diferenças na intensidade de seleção fixando-se o número de animais que devem ser selecionados, para atender, por exemplo, a reposição de um plantel de um determinado sexo. Dessa forma, o ganho genético pode ser expresso em função da acurácia de seleção e do desvio padrão para determinada característica se estes dados forem mantidos como constantes e a variação for apenas devida à intensidade de seleção.

Com base em taxas de reposição de planteis comerciais, as intensidades de seleção para machos e fêmeas para as proporções sexuais de cada grupo do experimento podem ser calculadas e comparadas entre eles.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Proporções sexuais ao nascimento

Os anexos 1, 2, 3 e 4 mostram os dados que foram coletados na granja durante todas as fases do experimento.

Na tabela 4 estão apresentados os dados de nascimentos de machos e fêmeas dos grupos tratados com 10 e 24 gramas de vitamina C e seus respectivos controles.

Tabela 4: Número e proporção de machos e fêmeas nascidos nos grupos tratados com 10 e 24 g de vitamina C e seus respectivos controles

FASES	GRUPOS			
	Tratadas		Controle	
	nº machos	nº fêmeas	nº machos	nº fêmeas
10g vit C/dia	97 _a (54,80%)	80 _b (45,20%)	121 _a (52,60%)	109 _b (47,40%)
24g vit C/dia	295 _c (46,90%)	334 _e (53,10%)	437 _d (54,76%)	361 _f (45,24%)

Letras diferentes indicam diferença estatística segundo teste Student 5%

Segundo teste estatístico t, com confiança de 5%, a diferença do número de fêmeas nascidas entre os grupos controle e tratamento não foi significativa no grupo que recebeu 10 g de vitamina C.

O fato de não ter sido encontrada diferença estatística na primeira fase e ter encontrado na segunda pode significar que os níveis de vitamina utilizados não foram suficientes para provocar alteração na proporção sexual.

Já a fase do experimento em que as matrizes receberam 24 g de vitamina C por dia, as diferenças entre nascimentos de machos e fêmeas em relação ao grupo controle se mostraram significativamente diferentes a favor das fêmeas.

Estes últimos resultados estão de acordo com os resultados obtidos por MURI (2004), que, em cadelas, observou o nascimento de até 61% de fêmeas em ninhadas de cadelas que ingeriram 10mg/kg de ácido ascórbico a cada 8 a 12 horas antes da cobertura até 24 horas após a última cobertura. No grupo controle, bem como no histórico dos canis onde foram conduzidos os experimentos nasceram em média 37% de fêmeas, sugerindo que houve alteração do pH do trato reprodutivo da fêmea favorecendo os espermatozóides portadores do cromossomo X, apesar das fitas reativas de pH não terem sido sensíveis para averiguação precisa.

PRATT *et al.*, (1987) também aliaram a maior proporção de machos nascidos de acasalamentos ocorridos no final do estro em hamsters com o pH vaginal. Os autores também sugerem que pH alcalino favorece o nascimento de machos. A teoria de que a alteração do pH do fluido vaginal poderia desviar a proporção sexual foi primeiramente proposta por SHETTLES (1970). Ele observou que quando o fluido do trato genital era alcalino ou ácido ocorria a preponderância de meninos ou meninas respectivamente.

O maior número de nascimentos de machos não foi observado apenas nos grupos controle do experimento, mas também no histórico da granja. Segundo Chen e Dzuik, citados por RYAN & VANDENBERGH (2002), matrizes submetidas a estresse podem favorecerem o nascimento de progênies do sexo masculino e as matrizes do experimento permaneceram confinadas e submetidas a estresse durante o período em que foram realizadas as inseminações artificiais.

5.2. Tamanho da leitegada, número de nascidos vivos e mortos

A tabela 5 mostra as comparações entre tamanho de leitegada dentro das porcas tratadas com 10 e 24 g /vitamina C/ dia e seus respectivos controles.

Tabela 5: Tamanho da leitegada nas duas fases do experimento

Fases	Grupos	
	Vitamina C	Controle
10 g vit C /dia	177 (11,80) _a	230 (14,37) _a
24 g vit C /dia	629 (12,83) _b	798 (12,66) _b

Letras iguais significam que não há diferença estatística segundo Stuent

Na primeira fase do experimento, o tamanho da leitegada foi maior no grupo controle, porém, não significativo, provavelmente devido ao número reduzido de animais utilizados nesta fase do experimento.

O tamanho da leitegada dentro dos grupos de porcas tratadas com 24 g /vitamina C/ dia e controle não apresentaram diferenças estatísticas, o que sugere que a vitamina C não influenciou nestas características. Estes dados não estão de acordo com os obtidos por TAO *et al.*, (2004), que, em suínos, encontraram efeito negativo do ácido ascórbico nas células gaméticas ou na subsequente competência do desenvolvimento embrionário, o que reduziria o número de nascidos totais.

Na tabela 6 são encontrados os dados de nascidos vivos e mortos dentro dos grupos de porcas tratadas com 10 e 24 g/ vitamina C/ dia e seus respectivos controles.

Tabela 6: Média de nascidos vivos e mortos nos grupos de porcas tratadas com vitamina C seus respectivos controles

Fases	Grupos			
	Vitamina C		Controle	
	Vivos	Mortos	Vivos	Mortos
10 g vit C /dia	10,28 _a	1,52	12,66 _a	1,71
24 g vit C /dia	11,43 _b	1,66	11,71 _b	1,69

Letras iguais significam que não há diferenças estatísticas segundo Student

O número de nascido mortos dentro do grupo controle da fase do experimento em que as porcas receberam 10 gramas de vitamina C por dia mostrou tendência de ser maior, porém este fato poder ser devido ao maior número de nascidos que o grupo controle apresentou. BORTOLOZZO *et al.*, (2005) citam que existe correlação positiva entre o tamanho da leitegada e os nascidos mortos.

Os números de leitões nascidos vivos e mortos não variou estatisticamente entre os grupos de porcas tratadas com 24 g / vitamina C / dia seu respectivo controle, sugerindo que a vitamina C também não influenciou nestes parâmetros. Estes resultados não estão de acordo com os obtidos por LYNCH & O'GRADY (1981), que não encontraram vantagens na administração de 1 a 2 g de ácido ascórbico no desempenho reprodutivo, porém citam que o número de nascidos mortos pode ser menor.

5.3. Proporção de machos e fêmeas segundo a ordem de parição

A tabela 7 mostra o número e a porcentagem de machos e fêmeas nascidos nas diferentes ordens de parição das porcas, na fase em que as estas receberam 10 gramas de vitamina C por dia e seu respectivo controle.

Tabela 7: Número e porcentagens de machos e fêmeas nascidos dentro da ordem de parição das matrizes que receberam 10g / dia de vitamina C e das porcas controle.

Fase de 10 g /vitamina C /dia				
ordem	Teste		Controle	
parição	nº machos	nº fêmeas	nº machos	nº fêmeas
3	23 (52,28%)	21 _a (47,72%)	52 (55,32%)	42 (44,68%)
4	42 (51,22%)	40 _a (48,78%)	46 (47,92%)	50 (52,08%)
7	32 (62,75%)	19 _a (37,25%)	23 (57,50%)	17 (42,50%)

Letras iguais significam ausência de diferenças estatísticas segundo Student (5%).

Na tabela 8 estão apresentados os números e porcentagens de machos e fêmeas nascidos nos grupos de porcas que receberam 24 gramas de vitamina C e seus controles, distribuídos segundo suas ordens de parição.

Tabela 8: Número e porcentagens de machos e fêmeas nascidos dentro da ordem de parição das matrizes que receberam 24g / dia de vitamina C e das porcas controle.

Fase de 24 g /vitamina C / dia				
Ordem	Teste		Controle	
parição	nº machos	nº fêmeas	nº machos	nº fêmeas
2	30 (44,44%)	20 _a (66,66%)	34 (57,62%)	25 (42,37%)
3	119 (48,38%)	127 _a (51,62%)	126 (53,85%)	108 (46,15%)
4	28 (45,90%)	33 _a (54,90%)	71 (60,68%)	46 (39,32%)
5	25 (42,37%)	34 _a (57,62%)	62 (48,44%)	66 (51,56%)
6	43 (44,33%)	54 _a (55,67%)	57 (60,00%)	38 (40,00%)
7	40 (43,95%)	51 _a (56,04%)	87 (52,73%)	78 (47,27%)

Letras iguais significam ausência de diferenças estatísticas segundo Student (5%).

Não foram encontradas diferenças significativas entre o número de machos de fêmeas nascidos nas diferentes ordens de parição nas duas fases do

experimento, de acordo com teste Student com nível de significância de 5%. Apesar dos números apresentarem diferenças grandes, o fato de não terem sido encontradas diferenças significativas pode ser devido ao pequeno número de animais de uma determinada ordem de parição que foram analisados.

Segundo RORIE (1999), numerosos fatores são associados à variação da proporção dos sexos nos mamíferos incluindo a nutrição, estação do ano, enfermidades, concentração de gonadotrofinas e esteróides, momento da inseminação, condição social, estresse, idade e número de partições. O presente trabalho não encontrou diferenças significativas entre a proporção de machos e fêmeas nas ordens de parição que foram analisadas.

ROSENFELD & ROBERTS (2004), sugerem que a idade, a nutrição e a condição corporal da mãe, bem como o momento da inseminação, podem ter efeitos sobre a proporção de sexos. A ordem de parição de uma porca é uma referência indireta à sua idade. Neste contexto, os resultados do presente trabalho também não estão de acordo com a sugestão dos autores acima citados de que a idade poderia estar influenciando na proporção de sexos.

5.4. Impacto do desvio da proporção sexual na intensidade de seleção

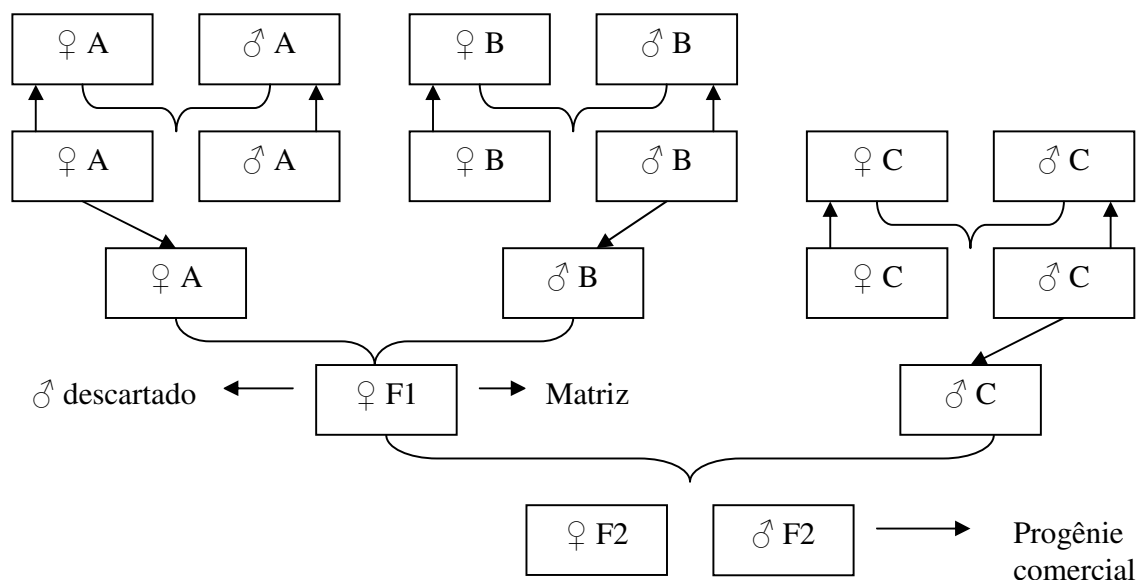
Para o cálculo da intensidade de seleção, deve se levar em consideração o sistema de cruzamentos utilizado e as respectivas taxas de reposição dentro das etapas deste cruzamento.

O esquema 1 mostra um sistema tri-cross de cruzamentos. Dentro deste sistema, as taxas de reposição de fêmeas do rebanho puro da raça A, devem ser em torno de 50% (comunicação pessoal)¹ ao ano. Estas mesmas fêmeas da raça A devem ser selecionadas para serem direcionadas ao cruzamento com

¹ Agroceres Pic genética animal, Rio Claro, SP.

machos da raça B para produzirem as fêmeas F1 que serão as matrizes de granjas que produzem animais para abate. A porcentagem destas fêmeas da raça A para manter um plantel comercial devem estar em torno de 8 a 10 % (comunicação pessoal)¹ ao ano, que cruzarão com machos da raça B para produzir as matrizes F1. As fêmeas F1 são as que gerarão os animais de abate. Estas fêmeas também devem ser repostas para assegurar índices zootécnicos dentro dos objetivos. As taxas de reposição destas matrizes F1 dentro de um rebanho comercial, normalmente, estão em torno de 50% ao ano (comunicação pessoal)¹. ANTUNES (2007) cita taxas de reposição em torno de 40 a 45 % em granjas estabilizadas. Com base nestes dados, supondo-se um rebanho comercial de 1000 matrizes F1, se torna possível calcular os diferentes índices de seleção para as diversas fases do cruzamento. O número de matrizes necessárias para a reposição deste plantel de 1000 fêmeas F1 seria 500 porcas. De acordo com os dados, este rebanho teria 8% de fêmeas puras da raça A que seriam cruzadas com machos da raça B para produzirem as 500 fêmeas F1 de reposição, portanto, seriam 80 fêmeas puras da raça A.

As 80 fêmeas puras produziriam 1840 animais por ano, entre machos e fêmeas, levando-se em conta que cada uma destas matrizes é capaz de parir 2,3 vezes por ano e que em cada parto terá uma média de 10 leitões desmamados que chegam à idade reprodutiva. Dentro das fêmeas produzidas, as 500 matrizes F1 de reposição do plantel comercial devem ser selecionadas.

Esquema 1: Cruzamentos utilizado em suinocultura - tricross

A tabela 9 expõe os cálculos de números de fêmeas, porcentagem de animais que devem ser selecionadas e as respectivas intensidades de seleção no caso do rebanho de fêmeas puras ser ou não tratado com vitamina C.

Tabela 9: Comparação da intensidade de seleção dos grupos tratados com 24 g de vitamina C e controle considerando as fêmeas F1 necessárias para reposição do rebanho comercial

Variáveis analisadas	Grupos	
	Vitamina C	Controle
% de fêmeas produzidas nos grupos experimentais	53,10%	45,24%
nº fêmeas produzidas pelas 80 fêmeas puras	977,04	832,41
nº fêmeas a serem escolhidas para reposição plantel	500	500
% de fêmeas que devem ser selecionadas	51,17%	60,06%
Intensidade de seleção	0,782	0,644

Dentro do rebanho puro da raça A, algumas fêmeas devem retornar para fazerem a reposição do mesmo. A taxa de reposição deste plantel deve ser em torno de 50% ao ano. Supondo-se um rebanho puro de 200 matrizes, seriam necessárias 100 fêmeas para reposição anual deste plantel e 80 (8%) destas fêmeas deveriam ser direcionadas para a reposição de matrizes puras do rebanho comercial de 1000 matrizes. Com base nestes dados, seria possível calcular as intensidades de seleção. A tabela 10 mostra esses cálculos.

Tabela 10: Comparação da intensidade de seleção dos grupos tratados com 24 g de vitamina C e controle considerando as fêmeas necessárias para reposição do rebanho puro e de fêmeas puras dentro do rebanho comercial

Variáveis analisadas	Grupos	
	Vitamina C	Controle
% fêmeas produzidas pelas matrizes do experimento	53,10%	45,24%
n° fêmeas produzidas pelo plantel de 200 matrizes puras	2442,6	2081,04
n° fêmeas puras necessárias para reposição do rebanho puro	100	100
% fêmeas para fazer a reposição plantel puro	4,09%	4,80%
Intensidade de seleção	2,153	2,079
n° fêmeas puras necessárias para reposição do rebanho comercial	80	80
% fêmeas para fazer a reposição plantel comercial	3,41%	4,03%
Intensidade de seleção	2,221	2,153

5.4. Custos do tratamento e impacto na produção comercial de suínos

A tabela 11 mostra os cálculos dos custos de produção de fêmeas e machos, baseados em dados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar coletados em granjas do programa comercial de gerenciamento de granjas.

Tabela 11: Índices de desempenho de fêmeas e machos em diferentes idades e custos de produção

DADOS	FÊMEAS	MACHOS
Consumo acumulado de 71 a 90 dias (kg)	35	37
Consumo acumulado de 91 a 112 dias (kg)	45,5	48,8
Consumo acumulado de 113 a 140 dias (kg)	71,6	78,4
Consumo acumulado de 141 a 160 dias (kg)	57,0	63,2
Conversão alimentar	2,1	2,16
Ganho de peso acumulado (kg)	98,6	103,9
Custo de ração de 71 a 90 dias (R\$)	0,59	0,58
Custo de ração de 91 a 112 dias (R\$)	0,58	0,57
Custo de ração de 113 a 140 dias (R\$)	0,58	0,56
Custo de ração de 141 a 160 dias (R\$)	0,57	0,55
Custo total de ração (R\$)	121,07	127,93
Valor de tipificação de carcaça (%da @)	7 ²	3 ²
Valor total do animal com bonificação (R\$)	281,33	285,37
Diferença do valor do animal com bonificação e ração (R\$)	160,26	157,44
Valor total do animal sem bonificação (R\$)	262,93	277,06
Diferença do valor do animal sem bonificação e ração (R\$)	141,86	149,13

Como observado na tabela, a criação de suínos do sexo masculino se mostra mais vantajosa no caso dos produtores não serem remunerados por qualidade de carcaça. A diferença entre o custo de ração consumida por cada animal e seu valor final de venda foi considerada com base no peso acumulado e o valor de R\$ 50,00 por arroba (peso acumulado X 80% de aproveitamento X R\$50,00/@ / 15 kg). O peso acumulado de suínos do sexo masculino é maior, confirmando as observações de GIBSON & SMITH (1989), de que os machos crescem mais rápido que as fêmeas. A diferença entre os valores do animal menos a ração consumida entre machos e fêmeas foi de R\$ 7,27, favorecendo os machos (149,13 dos machos contra 141,86

² Administração rural – safras – 2008.

para fêmeas). No entanto, quando os produtores são remunerados por bonificação de carcaça, a fêmeas se tornam mais interessantes. As diferenças entre os valores de ração consumida e o valor do animal bonificado entre machos e fêmeas foram de R\$ 2,82 em favor das fêmeas (R\$ 160,26 das fêmeas contra R\$ 157,44 para os machos).

O custo do quilograma de vitamina C foi de R\$ 66,40. Na primeira fase do experimento o valor diário de vitamina consumido pelos animais foi de R\$ 0,0664, o que somou R\$ 0,4648 por animal nos sete dias em que receberam o tratamento. Na segunda fase, o custo da vitamina C das matrizes foi de R\$ 1,5936 por dia, conseqüentemente R\$ 11,1552 ao final dos sete dias de tratamento por matriz. O valor comercial de uma fêmea F1 de reposição está por volta de R\$ 610,00³ (valor da fêmea comercial é fixado em 208 kg de peso vivo e o valor do kg é de R\$ 2,93 – comunicação pessoal). Se cada fêmea pura, que dará origem às fêmeas comerciais, for tratada com vitamina C, terá capacidade de produzir 0,79 matrizes F1 à mais por parto (10 leitões nascidos em média por parto, considerando 45,24% e 53,10% de fêmeas obtidas nos grupos controle e tratadas com 24 gramas de vitamina C por dia, respectivamente). Essas 0,79 fêmea F1 a mais podem representar um ganho de R\$ 470,75 (R\$ 610,00 x 0,79 fêmeas – R\$ 11,15 do tratamento) considerando que este ganho seja apenas no valor da matriz.

³ Agroceres Pic genética animal, Rio Claro, SP

6. CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitiram as seguintes conclusões para a espécie suína:

- a) A administração de vitamina C na dieta de matrizes desviou a proporção dos sexos produzindo 0,79 fêmea a mais por matriz parida;
- b) A intensidade de seleção para fêmeas aumentou com o desvio da proporção sexual;
- c) O tratamento com vitamina C não diminuiu o tamanho da leitegada;
- d) O custo do tratamento com vitamina C mostrou-se compatível com a sua utilização em um rebanho comercial.

7. BIBLIOGRAFIA

ABAD M.; GARCIA, J.C.; SPRECHER, D.J.; CASSAR, G.; FRIENDSHIP, R.M.; BUHR, M.M.; KIRKWOOD, R.N.. Effect of insemination-ovulation interval and addition of seminal plasma on sow fertility to insemination of cryopreserved sperm. **Repro. Dom. Anim.** N 42, p 418-422, 2007.

ANTUNES, R.C. Planejando a reposição de reprodutores (macho e fêmea) e impacto sobre a eficiência reprodutiva da granja. **Rev. Bras. Reprod. Anim.** V.31, n.1, p.41-46. Belo Horizonte, 2007.

BELSTRA, B.A.; FLOWERS, W.L.; SEE, M.T. Factors affecting temporal relationships between estrus and ovulation in commercial sow farms. **Animal Reproduction Sciences** n 84, p 377-395, 2004.

BOLET, G.; GUEGUEN, L.; DANDO, P.; OLLIVIER, L. Influence of the mineral diet of the sow on the sex ratio of the newborn. **Reprod. Nutr. Dev.** V22(6), p.1073-1081, 1982 Abstract.

BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; BENNEMANN, P.E.; BERNARDI, M.L.; WOLLMANN, E.B.; FERREIRA, F.M.; BORCHARDT NETO, G. Suinocultura em ação: Inseminação artificial na suinocultura tecnificada. Porto Alegre : Pallotti, 185p, 2005.

BURNS, J.J.; MOSBACH, E.H. Further observation on the biosyntheses of L-ascorbic acid from D-glucose in the rat. **J. Biol. Chem.** N.227, p.107-111, 1956.

COMSTOCK, R. E.; WINTERS, L.M.; CUMMINGS, J.N. the effect of sex on the development of the pig : differences in the growth rate between gilts and barrows by lines of breeding. **Scientific Journal Series of the Minnesota Agricultural experiment Station**. Paper n 2099 p 120-128, 1998.

CLUTTER, A.C.; BRASCAMP, E.W. Genetics of performance trait. In: The genetic of the pig. **Cab. International**. Cap 15. p 427-461, 1998.

CLUTTER, A.C.; SCHINCKEL, A.P. Genetic improvement of sire and dam lines for enhanced performance of terminal crossbreeding systems. **Swine Genetics**, Purdue University, Fact sheet Number 14, 2001.

DOVE, C.R.; COOK, D.A. Water-Soluble Vitamins in Swine Nutrition. In: **Swine Nutrition**, LEWIS, A.J. and SOUTHERN, L.L. Cap. 15, 2 edição. CRC Press. London. p.1009, 315-355, 2001.

GARNER, D.L.; GLEDHIL, L.; PINKEL, D.; LAKE, S.; STEPHENSON, D.; VAN DILLA, M.A.; JOHNSON, L. Quantification of the X- and Y-chromosome-bearing spermatozoa of domestic animals by flow cytometry. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.28, p.312-21, 1993.

GERRITS, R.J.; LUNNEY, J.K.; JOHNSON, L.A.; VERNON, G.P.; KRAELING, R.R.; ROHRER, G.A.; DOBRINSKY, J.R. Perspectives for artificial insemination and genomics to improve global swine populations. **Theriogenology**, v. 63, p. 283-299, 2005.

GIBSON, J.P. e SMITH, C. The incorporation of biotechnologies into animal breeding strategies. In: **Animal Biotechnology: comprehensive biotechnology**, BRABUK, L.A. e PHILLIPS, J.P. 1a. edição, p.260, 1989.

GÓRECKI, M.T. Sex ratio in litters of domestic pigs. **Biol. Lett. Poland**, v.40(2), p.111-118, 2003.

GROSSFELD, R.; KLINC, P.; SIEG, B.; RATH, D. Production of piglets with sexed semen employing a non-surgical insemination technique. **Theriogenology**, Germany, v.63, p.2268-2277, 2005.

HARDY, I.C.M. Possible factors influencing vertebrate sex ratio: an introductory overview. **Applied Animal Behavior Science**, v.51, p.217-241, 1997.

JAMES, W. Why are boys more likely to be preterm than girls? Plus other related conundrums in human reproduction. **Human reproduction**, vol 15, n 10, p 2108-2111, 2000.

JOHNSON, L.A.; FLOOK, J.P.; LOOK, M.V.. Flow cytometry of X and Y chromosome-bearing sperm for DNA using an improved preparation method and staining with HOECHST 33342. **Gamete Res.**, v.17, p.203-12, 1987.

JOHNSON, L.A.; RATH, D.; VAZQUEZ, J.R.; MAXWELL, W.M.C. Preselection of sex of offspring in swine for production: current status of the process and its implication. **Theriogenology**, Stoneham, v.63, p.615-24, 2005.

JOST, A. Hormonal factors in the sex differentiation of the mammalian foetus. **Philos. Transf. R. Soc. Lond. Biol. Sci.**, London, v.259, n.828, p.119-130, 1970.

KINGHORN, B.; WERF, J.; RYAN, M.; trad. CARDOSO, V.; CARVALHEIRO, R. Melhoramento animal: Uso de novas tecnologias. FEALQ, p.367, 2006.

KOCHHAR, H.P.; PEIPPO, J.; KING, W.A. Sex related embryo development. **Theriogenology**. Stoneham, v.55, p.3-14, 2001.

LEVINE, M.; RUMSEY, S.; WANG, Y.; PARK, J.; KWON, O. Vitamin C. In: Present knowledge in nutrition, p.146-159, 7 edição, 1996.

LYNCH, P.B.; O'GRADY, J.F. Effect of vitamin C (ascorbic acid) supplementation of sows in late pregnancy on piglet mortality. **J. Agric. Res.** N.20, p.217-219, 1981.

MAHAN, D.C.; CHING, S.; DABROWSKI, K. Developmental aspects and factors influencing the synthesis and status of ascorbic acid in the pig. **Annu. Rev. Nutr.** V.24, p.79-103, 2004.

MARTINEZ, E.A.; VAZQUEZ, J.M.; ROCCA, J.; LUCAS, X.; GIL, M.A.; PARRILA, I. Minimal number of spermatozoa required for normal fertility after deep intrauterine insemination in non sedated sows. **Reproduction**, n.123, p.163-170, 2002.

Mc DOWELL L.R. Vitamins in Animal Nutrition: Comparative Aspects to Human Nutrition. **Academic Press**. P.485, 1989.

MURI, A.H. **Administração de ácido ascórbico por via oral em candelas em estro para aumentar a proporção de nascimento de fêmeas em relação aos machos**. 2004, 47p. Dissertação (Mestrado em medicina veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias de Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

NICHOLAS, F. W. Genetic improvement through reproductive technology. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v.42, p.205-14, 1996.

NIEMANN, H.; RATH, D.; WRENZYCKI, C. Advances in Bitechology: New Tolls in Future Pig Production for Agriculture and Biomedicine: Review Article. **Reprod. Dom. Anim.** Berlim. v.38, p.82-87, 2003.

OLIVER, L. Genetic improvement of the pig. In: The genetic of the pig. **Cab. International**. Cap 17. p 511-539, 1998.

PARRILLA, I.; VAZQUEZ, J.M.; CUELLO, C.; GIL, M.A.; ROCA, J.; DI BERARDINO, D.; MARTINEZ, E.A. Hoeschst 33342 stain and u.v. laser exposure do not induce genotoxic effects in flow-sorted boar spermatozoa. **Reproduction Research**, Italy, 2004.

PARRILLA, I.; VAZQUEZ, J.M.; ROCA, J.; MARTÍNEZ, E.A. Flow cytometry identification of X- and Y- chromosome-bearing goat spermatozoa. **Reproduction of Domestic Animals**, Berlin, v.39, p.58-60, 2004.

PEREIRA, F.A. Melhoramento genético de suínos. **XXXVII Reunião Anual da SBZ**, Viçosa, 2000.

PINKEL, D. et.al. Flow cytometric determination of the proportions of X- and Y- chromosome-bearing sperm in samples of purportedly separated bull sperm. **Journal of animal science**, v.60, n.5, p.1303-7, 1985.

PRATT, N.C.; HUCK, U.W.; LISK, R.D. Offspring sex ratio in hamsters is correlated with vaginal pH at certain times of mating. **Behav. Neural. Biol.** N 48(2), p.310-316, 1987.

RATH, D.; LONG, C.R.; DOBRINSKY, J.R.; WELCH, G.R.; SCHREIER, L.L.; JOHNSON, L.A. In vitro production of sexed embryos for gender preselection: High-speed sorting of X-chromosome-bearing sperm to Produce pigs after embryo transfer. **J. Anim. Sci.**, Germany, v.77, p.3346-3352, 1999.

RIVERS, J.; CRAWFORD, M. Maternal nutrition and the sex ratio at birth. **Nature** n 252 p 297-298, 1974.

ROHDE PARFET, K.A.; GANJAM, V.K.; LAMBERSON, W.R.; RIEKE, A.R.; VOM SAAL, F.S.; DAY, B.N. Intrauterine position effects in female swine: subsequent reproductive performance, and social and sexual behavior. **Appl. Anim. Behav. Sci.** n 26, p.349-362, 1990.

ROPPA, L. Perspectivas da produção mundial de carnes, 2006 a 2030. Em: **Pork World**, n. 34, p.16-27, 2006.

RORIE, R.W. Effect of timing of artificial insemination on sex ratio. **Theriogenology**, Stoneham, v.52, p.1273-1280, 1999.

ROSENFELD, C.S.; ROBERTS R.M. Maternal diet and other factors affecting offsprings sex ratio: a review. **Biology of Reproduction**. v. 71 University of Missouri, 2004.

ROSENFELD, C.S.; GRIMM, K.; LIVINGSTON, K.; BROKMAN, A.; LAMBERSON, W.E.; ROBERTS, R.M.. Striking variation in the sex ratio of pups born to mice according to whether maternal diets is high in fat or carbohydrate. **Proc. Natl Acad Sci** n100 p. 4628-4632, 2003.

ROTHSCHILD, M.F.; BIDANEL, J.P. The genetic of the pig. **Cab. International**. Cap 11. p 313-343, 1998.

RUVUNA, F.; TAYLOR, J.F.; WALTER, J.P.; TURNER, J.W. Bioeconomic evaluation of embryo transfer in beef production systems: III. Embryo lines production bulls. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1091-97, 1991

RYAN, B.C.; VANDENBERGH, J.G. Intrauterine position effects. **Neurosci. Biobehav. Rev.** V 26(6) p.665-678, 2002.

SANDHOLM, M.; HONKANEN-BUZALSKI, T. Prevention of navel bleeding in piglets by preparturient administration of ascorbic acid. **Vet. Rec.** n.38, p.337-338, 1979.

SCHINCKEL, A.P. The economic impact of genetic improvement. **Swine Genetics**, Purdue University, Fact sheet number 1, 1999.

SELLIER, P. Genetics of meat and carcass traits. In: The genetic of the pig. **Cab. International**. Cap 16. p 453-509, 1998.

SHETTLES, L.B. Factors influencing sex ratios. **International Journal of Gynecology and Obstetrics**. V.8, p.643, 1970.

SOEDE, N.M.; NISSEN, A.K.; KEMP, B. Timing of insemination relative to ovulation in pigs: effects on the sex ratio offspring. **Theriogenology** V.53, p.1003-1011, 2000.

SPINOSA, H.S.; GÓRNIAK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada a Medicina Veterinária**, terceira edição, p. 634-635, ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002.

STOLKOWSKI, J.; LORRAIN, J. Preconceptional selection of fetal sex. **Int J. Gynaecol Obstet**. V 18(6), p.440-443, 1980.

TAO, Y.; ZHOU, B.; XIA, G.; WANG, F.; WU, Z.; FU, M. Exposure to L-ascorbic acid or a-tocopherol facilitates the development of porcine denuded

oocytes from metaphases I to metaphases II and prevent cumulus cells from fragmentation. **Repro. Dom. Anim.** V.39, p.52-57, 2004.

TAYLOR, C.S.; MOORE, A.J.; THIESSEN, R.B.; BAILEY, C. M. Food efficiency in traditional and sex controlled systems of beef production. **Animal Production**, Bletchley, v.40, p.401-440, 1985.

TRIVERS, R.L.; WILLARD, D.E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. **Science** V.179, p.90-91, 1973.

VANDENBERG, J.G.; HUGGETT, C.L. Mother's prior intrauterine position affects the sex ratio of her offspring in house mice. **Proc Natl Acad Sci.** n 91, p.11055-11059, 1994.

VAN VLECK, L.D. Selection index and introduction to the mixed model methods. CRC Press . University of Nebraska, p.480, 1993.

VAN VLECK, L.D. Potential genetic impact of artificial insemination, sex selection, embryo transfer, cloning and selfing in dairy cattle. In: BRACKETT, B.G., SEIDEL, G.E., SEIDEL, S.M. (Ed.). **New technologies in animal breeding**. Academic Press, 1981, p.221-42.

VAN VLECK, L.D.; JOHN POLLAK, E.; BRANDFORD-OLTENACU, E.A. **Genetics for the Animal Science**. New York: Freeman, 1987. cap. 13, p.287-313.

VAZQUEZ, J.M.; MARTÍNEZ, E.A.; PARRILA, I.; GIL, M.A.; LUCAS, X.; ROCA, J. Motility characteristic and fertilizing capacity of boar spermatozoa stained with Hoechst 33342. **Reproduction of Domestic Animals**, v.37, p.369-74, 2003.

VAZQUEZ, J.M.; MARTÍNEZ, E.A.; PARRILA, I.; GIL, M.A.; ROCA, J.; VAZQUEZ, J.L. Birth of piglets after deep intrauterine insemination with flow cytometrically sorted boar spermatozoa. **Theriogenology**, Spain, v.59, p. 1605-1614, 2003.

WILMUT, I.; YOUNG, L.; DESOUSA P.; KING, T. New opportunities in animal breeding and production – an introductory remark. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60, n.6, p.5-14, 2000.