



Recentes avanços na tecnologia de sêmen e em inseminação artificial em suínos

Recent progresses in the semen technology and artificial insemination in swine

R. Toniolli

Laboratório de Reprodução Suína e Tecnologia de Sêmen, Faculdade de Veterinária, UECE, Campus Itaperi, Fortaleza, CE, Brasil

Correspondência: toniolli@roadnet.com.br

Resumo

A inseminação artificial em suínos é uma técnica utilizada em criações no Brasil há mais de 30 anos. Entretanto, estudos contínuos são necessários para o aprimoramento de sua aplicação, bem como para a compreensão dos eventos fisiológicos necessários a uma introdução do sêmen do varrão no momento mais adequado e próximo da ovulação da porca, visando a melhores resultados de fertilidade e prolificidade. No tocante à conservação do sêmen sob a forma congelada, apesar dos avanços tecnológicos conseguidos até a presente data, na espécie suína esta biotecnologia ainda não oferece resultados que permitam sua utilização rotineira nas granjas, necessitando de maiores estudos que visem a um aumento da resistência espermática ao processo de congelação do sêmen.

Palavras-chave: inseminação artificial, sêmen, suínos.

Abstract

Artificial insemination in swine has been used in Brazilian farms for more than 30 years. However, continuous studies are necessary for the improvement of its efficacy as well as to the understanding of physiologic events related to the occurrence of ovulation and timing for insemination aiming better fertility and prolificity results. Despite all progresses reached in technological processes, the cryopreservation of swine spermatozoa still needs to be improved to be used for commercial purposes. Additional researches are required to improve sperm survival after cryopreservation.

Keywords: artificial insemination, semen, swine.

Introdução

Na década de 90, o Brasil possuía 61% da população suína presente na América do Sul, com uma população em torno de 35 milhões de cabeças (Institut Technique Du Porc, 1995). Atualmente, detém um plantel de 34 milhões de cabeças e estima-se que 400 mil pessoas dependam diretamente da cadeia produtiva da suinocultura brasileira, com um valor estimado em 1,8 bilhões de dólares. O crescimento do plantel nas últimas décadas foi de apenas 1,6%, enquanto a produção aumentou 300%. Este aumento é explicado pela evolução tecnológica do setor nesse período, particularmente nas áreas de genética, nutrição e manejo (Porkworld, 2009).

O plantel de matrizes industriais teve uma expansão de 3,4% nos alojamentos. Tal crescimento compensou em grande parte a retração do rebanho de subsistência, com 26% das fêmeas reprodutoras (865 mil), representando apenas 10% do total da produção. O rebanho de matrizes alojadas no final de 2008 resultou no crescimento da produção entre 3 e 3,5% em 2009. Ainda sob influência da estabilização dos alojamentos de matrizes e da redução da produção no mercado *spot* em 2007, a produção em 2008 teve um desempenho modesto. O peso médio de abate mais baixo e a queda na produtividade foram outros dois fatores que influenciaram a produção, que se situou em 3,03 milhões de toneladas. Como a produção de subsistência continuou em queda, o crescimento em 2008 pode ser explicado pelo avanço de 1,6% na produção industrial, sobretudo nas integrações e nas cooperativas (ABIPECS, 2009).

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína, produzindo 2,8 milhões de toneladas em 2006. Sua participação mundial tem crescido acentuadamente desde 1990 e hoje representa 2,7% do total de carne suína produzida no mundo. O rebanho brasileiro é formado, atualmente, por 2,4 milhões de matrizes. Desse total, 1,51 milhão delas são consideradas “fêmeas tecnificadas” e são criadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. As matrizes restantes (0,9 milhão) são consideradas “não tecnificadas”, e a maioria é criada nas regiões Norte e Nordeste (Porkexpo, 2009).



Situação da inseminação artificial

Foi no ano de 1932 que aconteceu a primeira inseminação artificial (IA) na espécie suína, realizada por Milovanov, na antiga URSS, seguida por numerosas pesquisas realizadas sobre este assunto em um grande número de países. Em 1948, o Japão se lança nesta prática, mas somente após 1955 é que o método começou a ser empregado em países como França, Inglaterra, Holanda e Bélgica (Jondet et al., 1971).

A técnica da inseminação artificial, apesar de ter tido um começo lento e um uso limitado até o final da década de 80, consolidou-se na suinocultura mundial a partir do início dos anos 90. Esta técnica propiciou a aplicação de um bom manejo reprodutivo em grandes criatórios em substituição à monta natural (Silveira e Scheid, 2002). Cerca de 24 milhões de fêmeas são inseminadas em 29 diferentes países produtores de suínos, os quais detêm um total de 67 milhões de matrizes. Na Europa, a inseminação artificial é utilizada em até 80% dos animais estabulados, enquanto no maior produtor mundial de carne suína, a China, apenas 25% de seu plantel é fertilizado por esta técnica (Wentz et al., 2000, 2001).

A inseminação artificial é utilizada de forma crescente pela suinocultura moderna e tecnificada, tornando-se um importante componente do manejo reprodutivo. Esta grande difusão da técnica deveu-se particularmente à criação de linhagens genéticas de machos terminais que transmitem aos seus descendentes as qualidades de carcaça necessárias à sua tipificação exigida pela indústria de carnes, de forma a poder atender as exigências de mercado (Bortolozzo et al., 2005b; Bennemann, 2008).

Os programas brasileiros de inseminação artificial trabalham com sêmen diluído, armazenado/conservado a temperaturas entre 15 e 18°C até três dias após a coleta. No início, os centros de inseminação artificial utilizavam o seu pessoal para a colocação do sêmen nas criações, entretanto, por questões sanitárias e para diminuir os custos, passou a se utilizar o fornecimento direto do sêmen aos criadores, representando cerca de 94% de todas as inseminações de um programa (Scheid, 1992). Na região Nordeste, a suinocultura não se desenvolveu tanto quanto em outras regiões do país, devido à falta de tradição na criação, a aspectos climáticos menos favoráveis, à baixa produção de grãos (basicamente milho e soja), ao alto custo na aquisição de reprodutores e matrizes, ao maior custo de produção da carne, dentre outros (Bortolozzo e Wentz, 1998).

No Brasil, a inseminação artificial suína em escala comercial foi introduzida particularmente na região Sul somente a partir de 1975. Os bons resultados de fertilidade e as vantagens sanitárias e econômicas foram responsáveis pela progressão da técnica junto aos criadores (Scheid, 1992). De uma certa forma, o rebanho suíno brasileiro vem se mantendo estável em um patamar de 2,2 milhões de animais (1996-2001), dos quais mais da metade são fêmeas alojadas em granjas tecnificadas (ABIPECS, 2009). Com dados baseados na venda de embalagens para doses de sêmen feita por diferentes empresas do setor, durante o ano de 2000, observou-se que cerca de 51% do plantel de fêmeas criadas de forma tecnificada estão sendo inseminados com um número crescente de inseminações realizadas a cada ano (Wentz et al., 2000).

Independentemente do tipo de programa de inseminação artificial a ser introduzido, necessário se faz um investimento inicial na construção da parte física do laboratório, na compra de equipamentos e treinamento de pessoal, nos programas fechados, bem como na identificação de limitações condicionadas às comunicações e transporte das doses de sêmen nos programas abertos. Apesar de algumas limitações, as vantagens do emprego da inseminação artificial são evidentes, apresentando-se atualmente como uma tecnologia sólida com aplicabilidade comercial e uso rotineiro em granjas tecnificadas (Bortolozzo e Wentz, 1995).

A inseminação artificial na espécie suína é uma biotecnologia que se firmou definitivamente em granjas comerciais em nível mundial, chegando a representar 70% dos negócios realizados no setor. Ela vem sendo acompanhada por uma evolução tecnológica constante, entretanto um cuidado especial deve ser dedicado às práticas básicas visando à sua realização da forma mais correta possível, sendo estes cuidados importantes para alcançar boa produtividade e lucratividade do setor. O treinamento e a reciclagem continuada das pessoas envolvidas no processo, a fiscalização periódica dos procedimentos rotineiros da técnica, o diagnóstico adequado do estro, a qualidade da dose inseminante são aspectos fundamentais para a aplicação desta tecnologia com obtenção de resultados economicamente viáveis (Bortolozzo et al., 2005b).

Custos e viabilidade econômica da inseminação artificial

Diferentes são as metodologias para se avaliar os custos de instalação de uma central de inseminação artificial no Brasil, tomando-se como base os programas fechados para a produção de doses de sêmen na própria granja (Silveira e Scheid, 2002). A viabilidade econômica do processo está diretamente ligada à sua viabilidade técnica, partindo-se do pressuposto de que os resultados obtidos serão no mínimo semelhantes aos da monta natural. Para se obter estes resultados, devem-se controlar fatores que influenciam a eficiência reprodutiva e evitar falhas técnicas, de forma a se manter a viabilidade econômica do processo (Bortolozzo e Wentz, 1997).

o Brasil, informações técnicas sobre viabilidade econômica da implantação da técnica da inseminação artificial são poucas; já se sabe que, dependendo do nível técnico adotado por uma granja, a inseminação artificial pode ser utilizada a partir de 213 matrizes alojadas (Alves, 1996). No entanto, este número pode ser



variável, pois, segundo Rotava (1997), a utilização da inseminação artificial só pode ser viável em granjas a partir de 500 matrizes, com atenção especial a duas variáveis importantes na planilha de custos: o valor do reprodutor e da mão de obra.

No estudo da viabilidade econômica de uma biotecnologia como a inseminação artificial, deve-se levar em conta o tipo de programa utilizado pelo criador. No programa aberto o custo principal é o valor pago pela dose, enquanto no programa fechado o cálculo é mais complexo, uma vez que o ejaculado é produzido e beneficiado na própria granja, levando-se em consideração a substituição do emprego da monta natural pela inseminação artificial. Na análise do custo por fêmea inseminada, entram variáveis referentes aos custos fixos e variáveis com os machos. Os custos fixos se referem ao valor de compra do macho, à quantidade de reprodutores necessários na granja e ao período útil de utilização desses animais. Já nos custos variáveis, entram o consumo de ração, o alojamento, os medicamentos e a mão de obra (até 75%), necessários ao manejo destes reprodutores (Bortolozzo et al., 2005a).

Os custos da dose inseminante caem sensivelmente conforme se aumenta o número de matrizes no plantel, e os da inseminação artificial, comparados aos custos da monta natural, são menores somente a partir de 600 fêmeas alojadas (Tab. 1). Apesar de não ser fácil estimar o lucro real obtido com o melhoramento genético, os avanços obtidos neste quesito com o emprego da inseminação artificial são a melhoria da qualidade e a tipificação das carcaças de animais abatidos, além do aumento no ganho de peso dos animais e da redução do período de produção. A viabilidade econômica da implementação desta biotecnologia depende inicialmente do tipo de programa utilizado pela granja. No caso de pequenos criadores, a racionalização dos custos de mão de obra, a redução de custos na implantação do programa, sem comprometimento da viabilidade técnica, permitem a utilização da inseminação artificial em programas fechados para um número entre 200 e 300 matrizes (Bortolozzo et al., 2005a).

Tabela 1. Custo da inseminação artificial por fêmea por granja, considerando-se três montas ou três inseminações por fêmea (valores em dólares).

Tamanho da granja	Monta natural	Central de IA (IA terceirizada)	Central de IA na granja
100 matrizes	14,72	9,62	9,04
500 matrizes	14,72	8,02	4,01
1000 matrizes	14,22	6,73	3,52

Fonte: Quevedo, 2000.

Tipos de centrais e suas finalidades

Na implantação de um programa de inseminação artificial, deve-se levar em consideração a sua viabilidade econômica e técnica, partindo-se do pressuposto de que os resultados práticos entre a inseminação artificial e a monta natural serão semelhantes (Bortolozzo e Wentz, 1997).

Segundo Bortolozzo et al. (2005b), os diferentes programas de inseminação artificial podem ser caracterizados de acordo com a localização das centrais (CIAs). Existem os programas abertos, em que qualquer criador pode comprar as doses inseminantes (DIs). Neste caso, a central produz e distribui o sêmen para um grande número de criadores, com uma conservação do sêmen prevista para um período mínimo de três dias, além do transporte do sêmen em grandes distâncias. Neste tipo de programa, existem duas modalidades de atuação: 1) os criadores são atendidos por inseminadores da própria central ou com ela conveniados (desvantagem de um alto custo e riscos sanitários); 2) os criadores recebem o sêmen da central e inseminam as suas próprias matrizes (necessidade de treinamento específico dos criadores para manipulação e aplicação das doses de sêmen). Os programas fechados ou internos são aqueles em que as doses inseminantes são produzidas e atendem as necessidades da propriedade. Neste caso, coleta, diluição, conservação e aplicação do sêmen são realizadas na própria granja. Exige-se infraestrutura mínima de laboratório e pessoal técnico capacitado, e prevê-se a utilização do sêmen por um período máximo de 36 horas. No primeiro caso, as centrais estão localizadas fora, enquanto no segundo, a localização é no interior do perímetro da propriedade. A variação entre os programas fechados/interiores é caracterizada pela existência de uma central de propriedade de uma empresa, que comercializa as doses inseminantes entre os seus produtores integrados ou associados (Bortolozzo e Wentz, 1998).

Áreas de uma central produtora

O local a ser escolhido para a construção da central deve ser uma área de fácil acesso, porém distante de criações de suínos e de núcleos urbanos, com infraestrutura de comunicação e fonte de água abundante e de boa qualidade. Em criatórios de médio porte, ela deverá estar próxima das baias dos varrões, mas, em granjas maiores, recomenda-se uma central separada das demais instalações. As dimensões serão determinadas pelo



número de reprodutores necessários para atender a demanda semanal de inseminações (um macho = 20 a 25 doses de sêmen/semana). É necessário ter instalações com um bom nível de funcionalidade, permitindo um fluxo ideal de trabalho, desde a coleta até a saída das doses de sêmen, com conforto e segurança para funcionários e animais envolvidos nos trabalhos de produção. As instalações devem permitir a manutenção de um rigoroso padrão higiênico-sanitário no laboratório e nas baias dos reprodutores (Bortolozzo et al., 2005a). Dentro de uma central de produção de sêmen, há basicamente três tipos diferentes de áreas de trabalho:

Área contaminada: são as baias individuais de reprodutores (6 a 9 m²), que têm que ter piso não abrasivo e não muito liso, separação entre baias com uma altura de 1,30 m, bebedouro automático e possibilidade de acesso a solário; a sala de coleta de sêmen tem que estar situada próxima ao laboratório, ligada a este por uma pequena janela comunicante, porém sem permitir o trânsito direto entre os dois ambientes. Esta sala é equipada com um manequim de coleta, com altura regulável e fixo firmemente ao solo. Fazem parte desta área contaminada um box para higienização pré-coleta dos reprodutores e o depósito de ração e materiais diversos, bem como corredores de manejo.

Área intermediária: nesta parte da central, estão a sala de lavagem e preparação de material, provida de pia e cubas de inox, bancadas de alvenaria revestidas e piso de cerâmica, além dos banheiros e vestiários.

Área limpa: é a sala de processamento e armazenagem de sêmen (laboratório). Esta sala deve ser revestida por material lavável (azulejo ou cerâmica), com balcões e armários revestidos por laminado plástico (fórmica), com uma boa iluminação e possibilidade de controle de temperatura ambiente (ar condicionado). No caso de centrais de maior porte em programas abertos, são necessários uma sala para estoque de reagentes e material de inseminação artificial, um escritório e uma portaria para despacho de sêmen (evita acesso de pessoas estranhas às instalações – segurança sanitária).

Processamento do sêmen em centrais produtoras

Em uma central produtora, o processamento do sêmen passa por diversas etapas importantes para a obtenção de ejaculados de qualidade que permitam resultados economicamente viáveis.

Coleta do sêmen

É importante se manter uma rotina de hora e de periodicidade de coleta (um ou duas vezes/semana), sendo desaconselhados os horários mais quentes do dia. A condução do animal para a sala de coleta e de volta a sua baia deve ser sempre feita da forma mais tranquila possível. O envolvimento do coletador com os animais é muito importante para o sucesso da coleta, pois o bom relacionamento entre o reprodutor e o responsável pela coleta favorece a obtenção de um bom ejaculado. A frequência de coletas deverá seguir parâmetros fisiológicos da espécie e características particulares de cada reprodutor. De uma maneira geral, pode ser usado como regra o seguinte esquema: varrões jovens (até 12 meses de idade) = de uma coleta/semana até três coletas/duas semanas. No caso de machos adultos (maiores de 12 meses) = duas coletas/semana. O método mais utilizado é o da técnica de coleta pela mão enluvada. Ela tem como vantagens: ser aceita pela maioria dos reprodutores, ser de fácil aprendizagem pelo coletador, dispensar a utilização de equipamentos especiais e permitir a coleta do ejaculado total. A coleta sempre deverá ser precedida de criteriosos cuidados higiênicos a fim de se evitar contaminação do ejaculado.

Na preparação do material, todo cuidado deve ser tomado no sentido de mantê-lo sempre à mesma temperatura (35 a 37°C), evitando-se, desta forma, problemas de choque térmico. O copo de coleta (capacidade para 500 ml) deve ser colocado dentro de um protetor isotérmico resistente a choques e quebras, coberto por gaze. O coletador deverá estar usando luvas de borracha antiderrapante e sobreluva para higienização da região prepucial.

Após o macho montar no manequim, o pênis, uma vez exposto, deverá ser fixado pelo coletador próximo à sua extremidade (em torno de 7 cm) e tracionado fazendo-se uma flexão dele em ângulo de 90°. Durante a ejaculação, o coletador deverá exercer pressão rítmica sobre o pênis do animal, imitando a pressão feita pela cérvix da porca, até que o varrão retraia o pênis e desça do manequim. A glândula do varrão deverá estar sempre livre a fim de se evitar contato do sêmen com a luva do coletador.

Avaliação da qualidade espermática

Antes de se fazer qualquer avaliação seminal, deve-se ter atenção e cuidado com a seleção dos animais doadores de sêmen, sendo este um ponto crítico dentro de qualquer programa de inseminação artificial. O sêmen produzido deve ter células férteis, estar livre de contaminação, ter boa resistência ao processo de conservação e apresentar o material genético ideal ao plantel onde será usado (Silveira e Scheid, 2003).



A determinação da qualidade do ejaculado do varrão representa uma fase importante e indispensável para a manipulação do sêmen com vistas a sua utilização na inseminação artificial. Esta avaliação permite o controle da aptidão do varrão à reprodução e constitui uma vantagem da técnica em relação à monta natural (Martin-Rillo et al., 1994). Os métodos de rotina utilizados para a avaliação da qualidade do sêmen são: análise da concentração, motilidade (mínimo 70%) e morfologia espermáticas (menos de 20% de formas anormais – Tab. 2), volume do ejaculado e número total de espermatozoides (mínimo de 100 mL e 30-60 bilhões, respectivamente). Adicionalmente, é indicado que os espermatozoides mantenham mais de 60% de motilidade após 48h de armazenamento (Silveira e Scheid, 2003).

Tabela 2. Limites máximos de ocorrência de alterações morfológicas dos espermatozoides de acordo com o local da alteração.

Local da alteração morfológica	Limite máximo (%)
Acrossoma	5
Cabeça	5
Colo	5
Gota citoplasmática proximal (GCP)	10
Peça intermediária	5
Gota citoplasmática distal (GCD) *	-x-
Cauda ou flagelo	10
TOTAL	20

Fonte: Silveira et al., 2003. (*) sem significado patológico, não computada.

O vigor (notas de 0 a 5; Toniolli, 1996) e a motilidade espermática (%) são medidos inicialmente no sêmen puro e uma segunda vez após a sua diluição. O ejaculado, para ser aproveitado, deve apresentar vigor no mínimo de 3,0 e 70% de células móveis. Estes valores, relativamente altos, requeridos para a seleção de um ejaculado, decorrem do fato de que o espermatozoide suíno é muito sensível à redução de temperatura e em condições de anaerobiose, ocorrendo, nestes casos, uma queda drástica e rápida de sua motilidade (Figueirôa et al., 2001). Tem-se ainda o teste de degradação média da motilidade, que serve para avaliar *in vitro* o que aconteceria com o espermatozoide após ter sido depositado dentro do genital feminino. Ele consiste na incubação do sêmen diluído, em banho maria a 37°C, durante 120 minutos. A primeira leitura do vigor é feita aos cinco minutos de incubação, e a segunda ao final do período de incubação.

A qualidade da dose inseminante deve ser considerada com atenção. Ela depende da qualidade espermática fornecida pelo reprodutor, mas também pode ser influenciada pelo manuseio do ejaculado na produção das doses (Toniolli et al., 2003). O emprego de doses inseminantes de baixa qualidade pode levar a uma redução do tempo viável da população espermática no trato genital da porca. Desta forma, poderão aparecer falhas na fecundação, aumento das taxas de retorno ao estro e redução no tamanho das leitegadas (Bortolozzo e Wentz, 1998).

Preparo e conservação de doses inseminantes

Diluentes e diluição

Diluentes de sêmen vêm sendo usados há muito tempo. Inicialmente, eram soluções simples e não permitiam uma boa conservação espermática, gradativamente foram sendo modificados com o passar do tempo e o desenvolvimento da inseminação artificial. Atualmente, os diversos diluentes encontrados no mercado são fruto da soma de conhecimentos oriundos de vários grupos de pesquisa, que foram sendo estruturados de acordo com as necessidades das células espermáticas e de manter a viabilidade quando conservados por refrigeração (Sánchez, 2003).

Após a coleta, o sêmen deve ser levado diretamente ao laboratório para o seu processamento. O sêmen diluído deve ser envasado em recipientes próprios e conservados entre 15 e 17°C. O número de doses e o grau de diluição do sêmen vão depender da concentração e do volume do ejaculado. O cálculo é feito de forma a se ter doses com um total de 3×10^9 spz em 90 ml. Durante a diluição, a verificação da temperatura (diluyente e sêmen) é de extrema importância a fim de se evitar o choque térmico. Eventualmente, o diluyente poderá estar alguns graus abaixo da temperatura do ejaculado, propiciando, desse modo, um abaixamento inicial da temperatura do sêmen. O diluyente deve ser adicionado ao sêmen e não o contrário, de forma lenta, agitando-se constantemente até a completa mistura do diluyente (Toniolli et al., 2005).

Os diluentes utilizados nos programas de inseminação artificial têm a função de dar equilíbrio fisiológico, bioquímico e biofísico ao espermatozoide e ao ambiente que o rodeia. Tudo isso tem o objetivo básico de manter a capacidade fecundante desta célula até o momento de sua introdução no genital feminino. O volume de ejaculado necessário à formação de uma dose inseminante é pequeno, devido à sua alta concentração, e o volume da dose inseminante é completado adicionando-se o diluyente. A composição do diluyente deve



considerar a diminuição de certos íons e proteínas presentes no sêmen, provocada pela alta diluição do ejaculado puro e, desta forma, prevenir a redução da motilidade e de danos ao espermatozoide (Sánchez, 2003).

Conservação do ejaculado sob refrigeração

O método de conservação na forma líquida é o mais amplamente utilizado, e a maioria dos diluentes são preparados para preservar o sêmen em temperaturas variando entre 15 e 18°C. Este é o método mais amplamente utilizado. Uma variação até 22°C é aceitável, porém nesta temperatura o desenvolvimento bacteriano é facilitado. Por outro lado, temperaturas abaixo de 15°C são extremamente prejudiciais aos espermatozoides do varrão. Ejaculados que não apresentam perda significativa do seu poder de fecundação cinco a seis dias após a coleta permitem aumentar a eficiência da técnica de inseminação artificial reduzindo o número de coletas necessárias (Paquignon et al., 1982; Scheid, 2003).

A manutenção da viabilidade do sêmen desde a coleta até sua utilização é um ponto crítico dentro de um programa de inseminação artificial. Mesmo nos programas internos com produção das doses dentro da granja, podem ser verificadas falhas nesta etapa do processo. Condições inadequadas de armazenamento e transporte afetam de forma negativa a qualidade do sêmen. Ajustes no tipo de embalagens utilizadas, no processo de remessa e na forma de estocagem poderão ser necessários. O sêmen deve ser considerado como um produto perecível, precisando ser armazenado e transportado em condições bem controladas, de maneira a poder preservar suas características iniciais (Scheid, 2003).

Conservação dos espermatozoides pela congelação

Os primeiros trabalhos de congelação do espermatozoide suíno foram realizados na década de 1950-60, entretanto o índice de sobrevivência pós-descongelação era baixo, variando entre 25 e 50% (Polge, 1956; Rohloff, 1967). Nos anos 70, numerosos métodos de congelação do sêmen foram desenvolvidos (Crabo e Einarsson, 1971; Paquignon e du Mesnil du Buisson, 1973; Pursel e Johnson, 1975). No entanto, mesmo com todos os esforços, ainda persiste uma grande variabilidade na resistência dos espermatozoides à congelação entre doadores. Para evitar este tipo de resposta, é necessário o aprimoramento das técnicas de congelação ou a realização de uma seleção de doadores adicionando-se o critério de resistência espermática ao método de congelação (Larsson e Einarsson, 1976).

Os ejaculados congelados de animais de alto valor genético e com adequado controle sanitário possibilitam a criação de um banco de sêmen, favorecendo a qualidade sanitária de programas de inseminação artificial, o transporte de material genético a longas distâncias, a possibilidade de recuperação de raças em risco de extinção e a compensação de baixas temporárias na produção de sêmen de varrões com problemas diversos. Entretanto, a utilização rotineira desta biotecnologia é reduzida devido ao fato de os resultados de fertilidade serem inferiores aos obtidos com a inseminação com sêmen refrigerado (Ruvalcaba et al., 2003). A inseminação artificial com sêmen congelado representa apenas 1% do total de inseminações realizadas no mundo (Saraiva et al., 2005). O espermatozoide suíno possui características diferentes dos de outras espécies domésticas, o que o torna mais sensível ao processo de congelação e descongelação, tornando esta técnica um desafio para a ciência e a criação tecnificada (Antunes, 2007).

Os efeitos deletérios que acontecem durante a descongelação podem ser em decorrência do uso da velocidade de aquecimento inadequada considerando-se a taxa de resfriamento anteriormente utilizada. A congelação rápida, seguida de uma descongelação lenta, favorece a reagrupação de cristais dentro da célula, formando estruturas ainda maiores que provocam danos irreversíveis aos espermatozoides. Por outro lado, quando a congelação é lenta e é usada a descongelação rápida, os espermatozoides sofrem danos devido a um efeito osmótico, dado ao fato de o crioprotetor não poder sair rapidamente do interior da célula, produzindo, desta forma, um incremento do volume celular devido à entrada mais rápida de água (Ruvalcaba et al., 2003).

Apesar de os índices de produtividade com o sêmen congelado serem ainda baixos na atualidade, as perspectivas para o uso desta técnica em grande escala são apontadas por diversos pesquisadores como promissoras, devido particularmente aos avanços de novas tecnologias, incluindo o da inseminação artificial e o do aprimoramento de equipamentos de congelação do sêmen (Wolders e Ten Napel, 2005). Afirma-se, inclusive, que o uso do sêmen congelado superará o do sêmen resfriado, uma vez que a criopreservação de espermatozoides é um procedimento que permite preservar estas células por longos períodos de tempo e oferece muitas vantagens para a indústria suinícola, particularmente quando se usam reprodutores que foram submetidos a um programa de seleção genética (Roca et al., 2006).

Inseminação artificial propriamente dita

A inseminação na prática: técnica, momento e frequência

A eficiência da técnica de inseminação artificial pode ser influenciada pelo momento, pela frequência e



pelos cuidados técnicos ao realizá-la. Os melhores resultados com o emprego da inseminação artificial serão obtidos se esta for realizada próximo à ovulação, até 12 a 16 horas antes, em leitoas (Waberski et al., 1994) e até 24 horas antes da ovulação em porcas (Weitze et al., 1995). Se for realizada após a ovulação, deve ser considerado o tempo que leva para ocorrer a degeneração do óocito (até quatro a oito horas). Apesar de se tratar de uma técnica bastante simples, ela exige conhecimentos em anatomia e fisiologia da reprodução, manipulação e armazenamento de doses de sêmen, higiene e desinfecção, bem como técnicas de manejo reprodutivo (Bortolozzo et al., 2005a).

A definição da frequência e do melhor momento para realização da inseminação artificial (Tab. 3) está vinculada a diferentes aspectos, como a viabilidade dos gametas no trato genital feminino, o momento da ovulação e o intervalo ideal entre inseminação artificial e ovulação, conforme já citado anteriormente. Pelo fato de o momento das ovulações ser bastante variável e de difícil identificação, preconiza-se a realização de várias inseminações durante o período estral da porca. O intervalo entre inseminações pode ser de até 24 horas; é, no entanto, muito importante que se faça um eficiente diagnóstico de estro, que a dose de sêmen seja adequada e que os espermatozoides sejam de boa qualidade (Bortolozzo et al., 2005a).

Tabela 3. Estratégia de inseminação artificial com realização de diagnóstico de cio duas vezes ao dia.

IDC	Cio positivo	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
4	Manhã (AM)	1ª PM	2ª PM	3ª PM	
4	Tarde (PM)		1ª PM	2ª PM	
5	Manhã (AM)		1ª PM	2ª PM	
5	Tarde (PM)			1ª PM	2ª PM
6	Manhã (AM)			1ª PM	2ª PM
6	Tarde (PM)			1ª PM	2ª PM

Fonte: Silveira, 2009. IDC = intervalo desmama cio.

Inseminação intrauterina

Buscando-se uma diminuição de custos de produção, além da potencialização do uso de machos geneticamente superiores, desenvolveu-se a técnica da inseminação artificial intrauterina (IAU). Tal técnica consiste no emprego de um cateter que desliza pelo interior de uma pipeta, a qual passa por dentro da cérvix e deposita o sêmen cerca de 20 a 25 cm a frente no corpo uterino (Watson e Behan, 2002). Esta nova tecnologia permite a redução do número de espermatozoides por inseminação e do volume da dose inseminante (Bortolozzo et al., 2002).

Vários progressos têm sido alcançados com aprimoramento do emprego desta nova tecnologia, vislumbrando-se o uso de um número ainda mais reduzido de espermatozoides por dose. Estudos têm sido desenvolvidos para o ajuste nos protocolos de inseminação, como a preparação das doses inseminantes. Adicionalmente, com esta técnica, a necessidade do treinamento e capacitação técnica do pessoal envolvido neste processo é ainda mais evidente (Bennemann et al., 2004).

Dentre as vantagens no uso desta técnica, podem ser citadas uma diminuição do refluxo de sêmen durante e após a inseminação; a redução do volume e do número de células por dose; o menor tempo para a aplicação da técnica e a redução de custos de aquisição e manutenção de reprodutores (Vasques et al., 2000; Dallora et al., 2004; Mezalira et al., 2005). Entretanto, algumas restrições são encontradas na aplicação da técnica: custo um pouco mais alto com o uso do cateter específico; tempo de treinamento de pessoal; dificuldade de utilização em leitoas e aumento do risco de lesões da cérvix. Apesar de até o momento não terem sido encontradas diferenças no desempenho de fêmeas inseminadas pela inseminação intrauterina em relação à inseminação convencional, o processo de pesquisa e aprimoramento do uso da técnica e do material empregado deve continuar (Diehl et al., 2006).

Referências bibliográficas

- ABIPECS.** Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/>, 2009. Acessado em: 23 jul. 2009.
- Alves SRS.** *Modelo bioeconômico e seu uso na tomada de decisão para adoção da tecnologia de inseminação artificial para suínos.* 1996. 71f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.
- Antunes RC.** Avanço tecnológico e aplicabilidade da técnica de congelamento de sêmen suíno. *Rev Bras Reprod Anim*, v.31, p.60-63, 2007.
- Bennemann PE, Milbradt E, Diehl GN, Weber D, Schmidt ACT, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP.** Reproductive performance of sows submitted to intrauterine insemination at different pre-ovulatory intervals. *Anim Reprod*, v.1, p.106-110, 2004.
- Bennemann PE.** Protocolos emergenciais para programas de inseminação artificial em suínos. *Acta Sci Vet*, v.36, supl.1, p.27-32, 2008.
- Bortolozzo FP, Wentz I.** Fatores que interferem nos resultados de inseminação artificial em suínos. In:



- Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 11, 1995, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: CBRA, 1995. p.131-141.
- Bortolozzo FP, Wentz I.** Sucesso de um programa de inseminação artificial (IA) em suínos. *Rev Bras Reprod Anim*, v.21, p.15-21, 1997.
- Bortolozzo FP, Wentz I.** Viabilidade técnica e econômica da inseminação artificial (IA) em suínos: pontos críticos da IA. In: III Seminário Internaestronal de suinocultura, 01, 1998, São Paulo, Anais... São Paulo, 1998. p.101-112.
- Bortolozzo FP, Wentz I, Bennemann PE, Bernardi MK, Wollmann EB, Ferreira FM, Borchardt Neto G.** *Inseminação artificial na suinocultura tecnificada*. Porto Alegre: Palloti, 2005a. 185p.
- Bortolozzo FP, Wentz I, Dallanora D.** Avanços na inseminação artificial em suínos. In: Encontros técnicos da Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos do RGS, 2002, Estrela, RS. *Anais...* Estrela, ABRAVES, 2002. p.1-20.
- Bortolozzo FP, Wentz I, Dallanora D.** Situação atual da inseminação artificial em suínos. *Acta Sci Vet*, v.33, suppl.1, p.17-32, 2005b.
- Crabo BG, Einarsson S.** Fertility of deep frozen spermatozoa. *Acta Vet Scand*, v.12, p.125-127, 1971.
- Dallora D, Mezalira A, Katzer LH, Bernardi ML, Bortolozzo FP, Wentz I.** Volume and sperm number in the semen backflow after intrauterine or cervical insemination in sows. In: International Congress on Animal Reproduction, 15, 2004, Porto Seguro, BA. *Abstracts...* Belo Horizonte: CBRA, 2004. p.387.
- Diehl GN, Filho WSA, Kummer R, Koller F, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP.** Nova pipeta para inseminação intrauterina em suínos. *Suinocult Ind*, n.9, p.24-29, 2006.
- Figuêroa PTB, Silveira Neto P, Oliveira RR, Silva SV, Guerra MMP, Moreno FAB, Wischral A.** Avaliação da viabilidade do sêmen suíno submetido à refrigeração. *Rev Bras Reprod Anim*, v.25, n.3, p.442-445, 2001.
- Institut Technique du Porc.** *Le porc par les chiffres*. Paris: ITP, 1995. 40p.
- Jondet R, du Mesnil du Buisson F, Signoret JP.** L'insémination artificielle de la truie. *Rec Méd Vét*, v.147, p.121-124, 1971.
- Larsson K, Einarsson S.** Fertility of deep frozen spermatozoa. Influence of thawing diluents and of boars. *Acta Vet Scand*, v.17, p.43-62, 1976.
- Martin-Rillo S, Saiz F, De Alba C, Marigota P, Sagües P.** *Influence de da qualité de sperme sur la fertilité en élevage porcin*. Toulouse: Association Française de Médecine Vétérinaire Porcine, 1994. p.87-99.
- Mezalira A, Dallanora D, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP.** Influence of sperm cell dose and post-insemination backflow on reproductive performance of intrauterine inseminated sows. *Reprod Domest Anim*, v.40, p.1-5, 2005.
- Paquignon M, du Mesnil du Buisson F.** Fertilité et prolificité de truies inséminées avec su sperme congelé. comparaison de deux dilueurs - résultats preliminaires. *Journ Rech Porc France*, v.5, p.356-357, 1973.
- Paquignon M.** Semen technology in the pig. *Curr Top Vet Med Anim Sci*, v.30, p.202-218, 1984.
- Paquignon M, Bussière J, Bariteau F, Dacheux JL, Courrot M.** Effet du dilueur, du taux de dilution et du plasma séminal sur la fertilité des truies après une longue conservation de la semence. *Journ Rech Porc France*, v.14, p.85-90, 1982.
- Polge C.** Artificial insemination in pigs. *Vet Rec*, v.68, p.62-76, 1956.
- Porkexpo.** Disponível em: <http://www.porkexpo.com.br/index.php/pasta/18/>, 2009. Acessado em: 23 jul. 2009.
- Porkworld.** Disponível em: <http://www.porkworld.com.br/index.php?documento=893>, 2009. Acessado em: 23 jul. 2009.
- Pursel VG, Johnson LA.** Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. *J Anim Sci*, v.40, p.99-102, 1975.
- Quevedo, A.** Tudo o que vc queria saber sobre IA, mas não sabia a quem perguntar. *Suinocult Ind*, n.147, p.35-41, 2000.
- Roca J, Vázquez JM, Gil MA, Cuello C, Parrilla I, Martinez EA.** Challenges in pig artificial insemination. *Reprod Domest Anim*, v.41, suppl. 2, p.43-53, 2006.
- Rohloff D.** Tiefgefrierung von ebersperma in pelletform bei -196°C. *Zuchthygiene*, v.2, p.75-77, 1967.
- Rotava J.** Implantação de central de produção de sêmen resfriado em uma granja de suínos. *Rev Bras Reprod Anim*, v.21, p.35-37, 1997. (Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, XII, 1997, Belo Horizonte).
- Ruvalcaba GJA, De Alba C, Corcuera BD, Conde P, Higuera M, Casanova B, De Martin C.** Avanços nas técnicas de descongelamento e aplicação do sêmen suíno congelado. *Suínos Cia*, n.3, p.42-44, 2003.
- Sánchez RS.** Conceito e fundamento dos diluentes utilizados na inseminação artificial de suínos. *Suínos Cia*, n.2, p.18-22, 2003.
- Saraiva F, Wallgren M, NAgy S, Johannisson A, Rodrigues-Martinez H.** Deep freezing of concentrated boar sêmen for intra-uterine insemination: deffects on sperm viability. *Theriogenology*, v.63, p.1320-1333, 2005.
- Scheid IR.** Commercial swine artificial insemination in Brazil: Development and current use. *Reprod Domest Anim*, v.26, p.299-301, 1992.
- Scheid IR.** Transportando e armazenando corretamente as doses de sêmen. *Suínos Cia*, n.2, p.25-31, 2003.
- Silveira PR.** Inseminação artificial: conhecimento essencial. *Suinocult Ind*, n.5, p.20-23, 2009.



- Silveira PR, Scheid IR.** A IA na suinocultura. *Suinocult Ind*, n.5, p.22-26, 2002.
- Silveira PR, Scheid IR.** Qualidade de sêmen no processo de inseminação artificial. *Suinocult Ind*, n.6, p.33-38, 2003.
- Toniolli R.** *Pouvoir fécondant des spermatozoïdes de verrat: amélioration des conditions de conservation.* 1996. 91f. Tese (Doctorat) - Université François Rabelais de Tours, Tours, France.
- Toniolli R, Costa e Moreira FR.** Diferentes parâmetros usados na avaliação da fertilidade na espécie suína. *Rev Ciênc Anim*, v.13, p.91-99, 2003.
- Toniolli R, Costa e Moreira FR, Chaves RN, Aires FP, Ferreira JL, Silva MC.** Efeito da incubação e temperatura de diluição sobre o sêmen suíno *in natura*. *Rev Ciênc Anim*, v.15, p.99-105, 2005.
- Vasquez JL, Martinez EA, Vasquez JM, Lucas MA, Gil IP, Roca J.** Development of a non-surgical deep intrauterine insemination technique. In: International Conference on Boar Semen Preservation Congress, 4, 2000, Beltsville, MD. *Proceedings...* Beltsville, MD: Allen, 2000. p.115-118.
- Waberski D, Weitze KF, Gleumes T, Schwars M, Willmen T, Petzikdt R.** Effect of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen boar semen. *Theriogenology*, v.42, p.831-840, 1994.
- Watson PF, Behan JR.** Intrauterine insemination of sows with reduced sperm numbers: results of a commercially based field trial. *Theriogenology*, v.57, p.1683-1693, 2002.
- Weitze KF, Waberski D, Wagner-Rietschel D, Richter L, Krieter J.** The onset and duration of estrus and teh time of ovulation in primiparous sows. In: Conference International in Boar Semen Preservation, 3, 1995, Mariense, Germany. *Proceedings...* Mariense, Germany: CBSP, 1995. p.301.
- Wentz I, Vargas AJ, Bortolozzo FP, Castagna CD.** Situação atual da inseminação artificial em suínos no Brasil e viabilização econômica do emprego dessa biotécnica. In: Simpósio Internacional Minitub de Inseminação Artificial em Suínos, 3, 2000, Flores da Cunha, RS. *Anais...* Flores da Cunha, RS: O simpósio, 2000. v.1, p.5-12.
- Wentz I, Vargas AJ, Bortolozzo FP, Castagna CD.** IA no Brasil: uma análise sobre a situação da IA em suínos no Brasil e a viabilização econômica do emprego dessa biotécnica. *Suinocult Ind*, n.153, p.42-45, 2001.
- Wolders G, Ten Napel J.** Semen in straws. *Pig Int*, v.35, p.10-14, 2005.
-