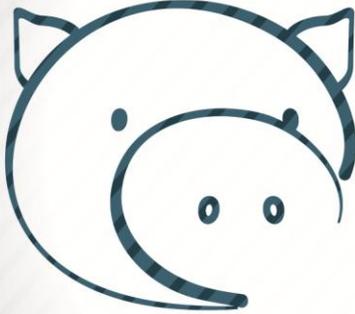




NÚCLEO OESTE DE
MÉDICOS VETERINÁRIOS
E ZOOTECNISTAS



IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA



BRASIL SUL
PIG FAIR

ANAIS

9 a 11 de agosto de 2011
Chapecó, SC - Brasil

IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA

III BRASIL SUL PIG FAIR

ANAIS

**9 a 11 de agosto de 2011
Chapecó, SC – Brasil**

IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Rua Egito, 31-E
Bairro Maria Goretti
CEP 89.801-420, Chapecó – SC
Fone: (49) 3329 1640
Fax: (49) 3328 4785
E-mail: nucleovet@nucleovet.com.br

Embrapa Suínos e Aves
BR 153, Km 110
Caixa Postal 21
CEP 89.700-000, Concórdia – SC
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
E-mail: sac@cnpssa.embrapa.br
Site: <http://www.cnpssa.embrapa.br>

Tiragem: 700 exemplares

Coordenação Editorial*: Tânia M.B. Celant
Editoração Eletrônica: Vivian Fracasso
Normalização bibliográfica: Claudia A. Arrieche

Simpósio Brasil Sul de Suinocultura (4.: 2011; Chapecó, SC).
Anais do IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura e do III
Brasil Sul Pig Fair, 9 a 11 de agosto de 2011. - Concór-
dia: Embrapa Suínos e Aves, 2011.

129 p.; 21 cm.

1. Suinocultura – congressos. I. Título. II. Título: II Brasil
Sul Poultry Fair

*As palestras foram formatadas diretamente dos originais enviados eletronicamente pelos autores.

PROMOÇÃO/REALIZAÇÃO



NÚCLEO OESTE DE
MÉDICOS VETERINÁRIOS
E ZOOTECNISTAS



CO-PROMOÇÃO



APOIO



PATROCINADORES



RELAÇÃO DE PATROCINADORES DO IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA – 2011

- Adisseo Brasil Nutrição Animal Ltda
- Agrocerees Multimix Nutrição Animal Ltda
- Agroozootec Ind. e Com. de Produtos Agropecuários Ltda
- Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda
- Auster Nutrição Animal Ltda
- Beraca
- Big Dutchman Brasil Ltda
- Boehringer Ingelheim do Brasil
- Chr Hansen Ind. e Com. Ltda
- Conselho Federal de Medicina Veterinária - CFMV
- Conselho Regional de Medicina Veterinária - CRMV-SC
- DesFar Laboratórios Ltda
- DesVet Divisão de Produtos Veterinários
- DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda
- Elanco Saúde Animal
- Embrapa Suínos e Aves
- Eivalis do Brasil Nutrição Animal Ltda
- Farmabase Saúde Animal
- Formil Veterinária Ltda
- Grasp Soluções em Nutrição Animal
- GSI Agromarau
- Holus – Assessoria de Eventos
- ICC Ind. Ltda
- Impextraco Latin América
- Jornal O Presente
- M.Cassab Com. e Ind. Ltda
- Mercolab Laboratórios Ltda
- Minitub do Brasil Ltda
- Novartis Saúde Animal
- Novus do Brasil Com. Imp. Ltda
- NFT Alliance
- Nutriad Nutrição Animal Ltda
- Nutron Alimentos Ltda
- Oestevet Com. e Rep. Ltda
- OuroFino Agronegocio Ltda
- Pfizer Saúde Animal
- Phytobiotics Brasil
- Revista Feed & Food
- Safeeds Nutrição Animal
- SANPHAR Saúde Animal Ltda
- Suino.com
- Tectron Nutrição e Saúde Animal
- Vitamix Nutrição Animal Ltda
- Yessinergy Nutribiotech

COMISSÃO ORGANIZADORA

Aletéia Britto da Silveira Balestrin
Alexandre Gomes da Rocha
Alisson Carlos Tedesco Schmidt
Beatriz de Felipe Peruzzo
Denis Cristiano Rech
Ederson Bortolotto
Fabio de Medeiros Marcon
Felipe Leonardo Koller
Guilherme Dallago Pioczcovski
João Batista Lancini
João Romeu Fabrício
José Antonio Caon Ferreira
Lauren Ventura
Leandro Luiz Ribeiro
Lilian Cristina Silveira da Cruz
Luis Carlos Peruzzo
Milton Cesar Formigueri
Nilson Sabino da Silva
Ricardo Pierozan
Roberto Luiz Curzel
Rodrigo Santana Toledo
Rogério Francisco Balestrin
Ronaldo Carlos de Almeida Filho
Silvano Bunzen

SECRETÁRIA

Solange Kirschner

MENSAGEM DA COMISSÃO ORGANIZADORA

Prezados Colegas!

Após vários desafios enfrentados pelo agronegócio nos últimos anos, em especial a suinocultura brasileira como a crise econômica mundial, influenza e outras restrições políticas e econômicas que outros países sempre tentam impor a carne suína brasileira, nós bravamente mostramos a todos que a suinocultura brasileira é capaz de enfrentar todos esses desafios e continuar crescendo.

Assim, o Núcleo Oeste de Médicos Veterinários e Zootecistas lhes apresentam o IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura e o III Brasil Sul Pig Fair. Num cenário onde a crescente competitividade global exige cada vez mais tecnologia nos setores produtivos o IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura visa trazer ferramentas que possibilitem a capacitação aos profissionais do setor, aliado ao simpósio a III Brasil Sul Pig Fair se consolida como uma praça de oportunidades e conagração com amigos e clientes.

Por tudo isso, sejam bem vindos, Chapecó te espera.

Comissão Organizadora

PROGRAMAÇÃO

09/08/2011 - Abertura Oficial

19h30 - O Preço do Sucesso
Dr. Eduardo Tevah (Brasil)

10/08/2011 - Palestras

08h30 as 09h30 - Epidemiologia clínica e patológica de influenza -
resultados de estudos de campo
Carlos Juan Perfumo (Argentina)

09h30 as 10h30 - Doenças virais emergentes e reemergentes na
suinocultura: como enfrentá-las?
Amauri Alfieri (Brasil)

10h30 as 11h00 - Intervalo café

11h00 as 12h00 - Gestão de pessoas na suinocultura
Dirceu Zotti (Brasil)

12h00 as 13h20 - Intervalo almoço

13h30 as 14h30 - Protocolos de detecção de estro e inseminação
artificial em suínos
Ana Paula Mellagi (Brasil)

14h30 as 15h30 - Biotécnicas aplicadas à reprodução de suínos:
atualização e perspectivas de uso
Mariana Marques (Brasil)

15h30 as 16h30 - Efeitos da micotoxinas na reprodução de suínos
Paulo Dilkin (Brasil)

11/08/2011 - Palestras

- 08h30 as 09h30 - O desafio da nutrição mineral da matriz suína e seu impacto na produtividade da sua progênie
Robert J. Harrell (EUA)
- 09h30 as 10h30 - Zinco e Cobre como promotores de crescimento para suínos
Ricardo Gonzalez Esquerria (Brasil)
- 10h30 as 11h00 - Intervalo café
- 11h00 as 12h00 - Gestão ambiental em granjas de suínos: experiência prática
Clenoir Soares (Brasil)
- 12h00 as 13h20 - Intervalo almoço
- 13h30 as 14h30 - Bem-estar de suínos: do conceito à prática e certificação
Rosangela Poletto (Brasil)
- 14h30 as 15h30 - Viabilidade de leitões com baixo peso ao nascer: manejo e ferramentas para manter esse leitão com bom desenvolvimento
Juan Jose Maqueda (México)
- 15h30 as 16h30 - Potencial do Brasil como produtor de carne suína
Fabiano Coser (Brasil)

SUMÁRIO

Epidemiologia clínica e patológica de influenza - resultados de estudos de campo.....	11
<i>Carlos Juan Perfumo (Argentina)</i>	
Doenças virais emergentes e reemergentes na suinocultura: como enfrentá-las?.....	12
<i>Amauri Alfieri</i>	
Gestão de pessoas na suinocultura.....	13
<i>Dirceu Zotti</i>	
Protocolos de detecção de estro e inseminação artificial em suínos.....	26
<i>Ana Paula G. Mellagi</i>	
Biotécnicas aplicadas à reprodução de suínos: atualização e perspectivas de uso.....	40
<i>Mariana Marques</i>	
Efeitos da micotoxinas na reprodução de suínos.....	57
<i>Paulo Dilkin</i>	
O desafio da nutrição micromineral e seu impacto na produtividade da matriz e da sua progênie.....	68
<i>Ricardo G. Esquerre, Junmei Zhao, Robert J. Harrell e Laura Greiner</i>	
Zinco e Cobre como promotores de crescimento para suínos.....	86
<i>Ricardo G. Esquerre, Junmei Zhao e Robert J. Harrell</i>	
Gestão ambiental das granjas de suínos.....	102
<i>Clenoir Antonio Soares</i>	
Bem-estar de suínos: do conceito à prática e a certificação.....	106
<i>Rosângela Poletto</i>	
Viabilidade de leitões com baixo peso ao nascer: manejo e ferramentas para manter esse leitão com bom desenvolvimento	121
<i>Juan Jose Maqueda</i>	
Potencial do Brasil como produtor de carne suína.....	129
<i>Fabiano Coser</i>	

EPIDEMIOLOGIA CLINICA E PATOLÓGICA DE INFLUENZA - RESULTADOS DE ESTUDOS DE CAMPO

Carlos Juan Perfumo

OBS: o autor não enviou a palestra.

DOENÇAS VIRAIS EMERGENTES E REEMERGENTES NA SUINOCULTURA: COMO ENFRENTÁ-LAS

Amauri Alfieri

OBS: o autor não enviou a palestra.

GESTÃO DE PESSOAS NA SUINOCULTURA

Dirceu Zotti
Gerente de suinocultura
Coop. Lar

Breve histórico da Suinocultura

ONTÉM

- Projetos pequenos
- Trabalho amador
- 20 desmamados/fêmea/ano
- Granjas manuais
- Trabalho masculino
- Cadernos de controle

HOJE

- Projetos maiores
- Gestão profissional
- 31 desmamados/fêmea/ano
- Granjas automatizadas
- Trabalho masculino e feminino
- Sistemas informatizados



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Qual a meta das empresas/granjas?

Obter lucros!



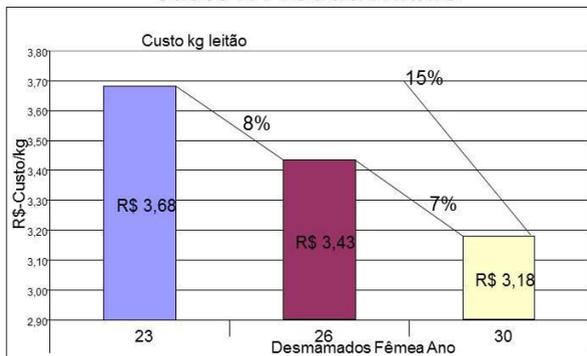
Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Por que fazer gestão de pessoas?

Custo X Produtividade



Fonte: Ricardo Cogo, Suinter 2008



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Porque fazer gestão de pessoas?

- 5.000 Matrizes X 30 leitões X R\$ 5,75
R\$ 862.500,00
- Significa mais de 70% da folha anual de todos os funcionários desta unidade ;
- A produtividade é o principal fator para redução do custo do leitão produzido;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Porque fazer gestão de pessoas?

- Empresas que gerenciam bem as pessoas, tem desempenho 30% a 40% superior das companhias que não o fazem.
- Aproximadamente 50 a 70% de como os funcionários percebem a atmosfera de suas organizações dependem, em última instância dos atos de um único indivíduo:
O LÍDER.
- Para cada melhoria de 1% no clima da equipe, ocorre um aumento de 2% na receita.



Fonte: FGV

Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



As fontes de vantagem competitiva

- - Tecnologia;
 - - Arquitetura Organizacional;
 - - As pessoas;
- A tecnologia depende das pessoas para garantir sua plena utilização.
- A arquitetura organizacional apesar de assegurar a efetividade organizacional, é concebida pelo **homem**.
- **PESSOAS** são fontes decisivas para obtenção da **EXCELENCIA**”.



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Papéis dos gestores

- Mostre claramente o que quer e porque quer que seja feito (Fundamento, diálogo);
- Traçar metas, mostrar o caminho;
- Saiba ouvir e aproveitar as idéias e contribuições das pessoas (Gestão participativa);
- Saiba decidir com firmeza e agilidade;
- Tenha senso de justiça e dê oportunidades;
- Satisfazer as necessidades das pessoas;
- Delegar funções;
- Criar sintonia entre as pessoas;
- Criar cultura de alto desempenho;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



“O Líder muitas vezes é valorizado pelo número de problemas que resolve, e não pela capacitação de sua equipe para que os problemas não aconteçam.”



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011

Fonte: Vicente Falconi



Desafios para desenvolver pessoas

- Adequar funções/Perfis;
- Lidar com a falta de iniciativa;
- Sintonizar as pessoas;
- Definição dos processos por funções;
- Despertar o comprometimento das pessoas;
- Fazer com que sintam-se parte do processo;
- Fazer resultados através dos outros.



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Gestão do perfil de funcionários



A1- Talento: Reconhecer, reter.

A2- Potencial: Apoiar, desafiar, não reage desligar.

A3- Caso perdido: Desligar, Sem chances.

A4- Acomodado: Tentar recuperar, Motivo de preocupação.



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Estágios de desenvolvimento de equipes

1ª- Reunião de pessoas - Dividem tarefas, cada um faz sua parte sem se preocupar com o desempenho dos demais;

2ª- Processo de formação de grupo - Otimizam recursos e informações, tem ganhos individuais não coletivos;

3ª- Transformação do Grupo em Equipe - As pessoas estão comprometidas com uma missão e objetivos comuns, forte relação de confiança e parceria;

4ª- Evolução para Equipe de Alto Desempenho -

É um estágio de fortalecimento da equipe; Há interesse no crescimento individual e coletivo, Há alto nível de comunicação;
O ponto alto aqui é a superação contínua;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



O que diferencia as equipes de alto desempenho?

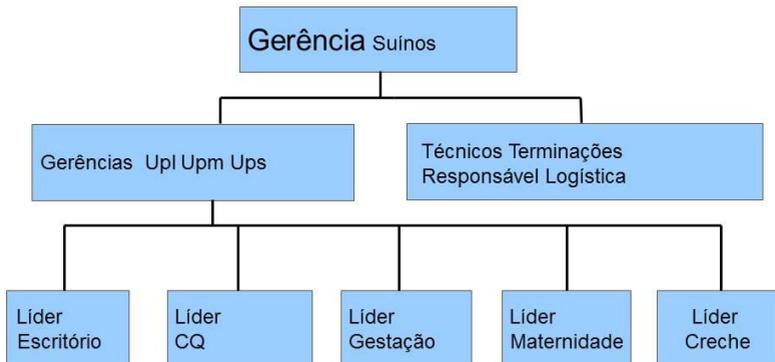
- Pessoas altamente produtivas com expectativas altas em relação a si mesmas ;
- Comprometimento acentuado de toda equipe;
- C-H-A desenvolvido gerando confiança mútua;
- É aperfeiçoada vigia constantemente resultados;
- Aprendizado constante, Abertas a mudanças;
- Comemoram as vitórias;
- Sentem orgulho de pertencer aquela equipe;
- Tem um plano de estratégia e metas;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Organograma da atividade



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Por que as metas falham?

- Falta de um plano de estratégia e metas;
- Falta de conhecimento necessário as pessoas envolvidas;
- Definição inadequada dos papéis dos envolvidos;
- Falta de comunicação entre as pessoas;
- Perda de profissionais chave;
- Dificuldade em mudar a cultura organizacional;
- Falta confiança e credibilidade



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Como iniciar o processo de metas?

- Nível estratégico;
- Identificar resultados reais;
- Definir os resultados esperados;
- Definir os itens prioritários;
- Definir o programa de monitoramento;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura
Chapecó, SC - Agosto 2011



Estabelecendo as metas



- Deve ser um procedimento participativo;
- Ser obtida através de consenso;
- Refletir objetivos prioritários/detalhar em pequenas metas;
- Ser revista e atualizada;
- Ser mensurável e específica (Quantidade,prazo);
- Motivadora e desafiadora;
- Deve provocar novos conhecimentos;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



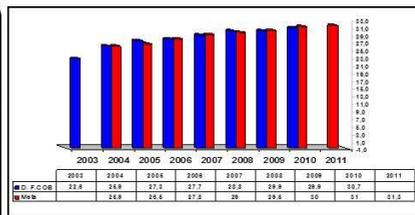
Definindo as metas anuais

Dezembro

- 1º- Reunião das gerências com líderes dos setores;
- 2º- Reuniões dos líderes com as equipes;
- 3º- Reunião da gerência com cada equipe;

Janeiro

- Reunião com todos;
- Apresentação dos dados do ano anterior;
- Metas para o novo ano ;
- Desmamados Fêmea coberta/ano



- ✓ Gerar novos conhecimentos;
- ✓ Participação de todos.



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Monitorando as metas

- Reuniões semanais com gerência, líder e equipes;
Datas e horários pré determinados por setor
- Fechamento semanal dos principais dados;
- Sistema de rodízio de pessoas para apresentação dos dados;
- Reunião mensal de análise crítica
Gerentes e líderes;
- Reunião semestral para avaliação dos resultados;



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Mantendo a operação estável

- A) Metas claras e objetivas;
- B) Estabelecer os PG,PT,e PO;
- C) Treinar e certificar as pessoas nos cumprimento dos padrões;
- D) Verificar o cumprimento dos padrões (Auditoria);

Fonte: Vicente Falconi



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Proporcionar qualidade de vida



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2010





Conclusão

- Comprometer e sintonizar as pessoas;
- Estabelecer um plano de estratégia e metas;
- Definir um cronograma de reuniões disciplinadamente;
- Maior especialização da mão de obra;
- Remunerar por produtividade e capacidade individual;
- Cultura de insatisfação do Status Quo.
- Ter em mente que somente através das pessoas obteremos a excelência;



OBRIGADO PELA ATENÇÃO



“Em qualquer atividade o diferencial está nas pessoas, elas é que realmente determinarão o sucesso ou fracasso do negócio, portanto cabe aos técnicos, administradores fazerem uma correta gestão de todos os recursos, para obterem o máximo do potencial de cada indivíduo, tornando o negócio competitivo, rentável e duradouro.”

Dirceu Zotti
dirceuzotti@yahoo.com.br
45-9104-2122



Simpósio Brasil Sul de Suinocultura

Chapecó, SC - Agosto 2011



PROTOCOLOS DE DETECÇÃO DE ESTRO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS

Ana Paula G. Mellagi

Minitub do Brasil Ltda.
Av. Maranhão, 590 – Porto Alegre/RS
apmellagi@minitube.com.br

Importância da presença do macho

Há vários momentos na rotina de uma granja, que o macho deve estar presente, como indução da puberdade em leitões, detecção de estro nas fêmeas desmamadas, detecção de estro após abortamentos e retornos, e durante a inseminação artificial. O macho é indispensável para antecipar e/ou desencadear uma série de hormônios nas fêmeas, facilitando o manejo da equipe responsável por estes setores e melhorando os índices de cobertura. Esta revisão abordará os principais pontos relacionados à detecção de estro que devem ser considerados na escolha de protocolos de inseminação artificial, com o intuito de garantir bons resultados reprodutivos do plantel.

Detecção de estro

A detecção de cio ou estro é ferramenta que deve ser empregada na rotina das granjas por ser eficiente e de fácil execução. Os procedimentos de estimulação com o macho são bastante simples, entretanto é fundamental trabalhar com uma equipe treinada e consciente de que todas as etapas propostas para estimular as fêmeas devem ser seguidas para, assim, alcançar o sucesso no manejo. Segundo Hemsworth (1982), a atividade exploratória da fêmea, durante o estro, é aumentada e os sinais sensoriais do macho promovem forte atração na fêmea. O início da corte do macho é uma identificação do estímulo e da resposta de tolerância ou imobilidade da fêmea, demonstrando que ela está receptiva. Pressão lombar, odor e a frequência e ritmo dos grunhidos do macho são os estímu-

los para identificar fêmeas em estro. Os estímulos olfatórios e auditivos são muito importantes, explicando o significado de tantos contatos naso-nasais presentes na hora da corte (Mellagi et al., 2006b). A estimulação do macho deve-se a feromônios esteroides (3α -androstenoil e 5α -androstenoil), localizados na glândula submaxilar dos machos (Kirkwood et al., 1981). Estes feromônios são secretados em baixa quantidade em machos novos, e não aumentam até o macho completar 10-12 meses (Hughes, 1982), o que justifica a recomendação de não utilizar machos jovens para a antecipação da puberdade em leitoas. De maneira geral os feromônios aumentam as concentrações de LH e o ovário responde a este estímulo, produzindo estradiol, que é responsável pela demonstração de cio (Evans & O'Doherty, 2001; Paterson, 1982). Além dos feromônios, outros estímulos, como a presença física e outros odores corporais são importantes para desencadear o estro nas fêmeas.

Em leitoas:

Os hormônios reprodutivos nas fêmeas pré-púberes estão em constantes mudanças, mas para que a fêmea demonstre o estro puberal e ovule, as concentrações de estradiol e LH devem estar mais elevadas (Mellagi et al., 2006a).

O contato físico de fêmeas pré-púberes com um macho sexualmente maduro ("efeito macho") antecipa e sincroniza o aparecimento da puberdade, pelo aumento de cortisol, LH e estradiol (Mellagi et al., 2006a). Algumas leitoas podem apresentar edema de vulva, sem manifestar a tolerância ou o estro propriamente dito com ovulação. De acordo com Paterson (1982) estas leitoas apresentam crescimento folicular, mesmo sem ovulação, talvez devido a uma deficiência no *feedback* positivo do estradiol na secreção de LH. A idade recomendada para estimular as leitoas com macho varia de acordo com as genéticas, mas fica ao redor de 150-170 dias. Leitoas muito jovens não são capazes de responder tão rapidamente ao manejo.

Em fêmeas desmamadas:

Durante a lactação, a maioria das fêmeas não manifesta estro devido ao bloqueio do eixo reprodutivo, desencadeado pelas mamadas e pela presença dos leitões. A este período denomina-se de anestro lactacional. Entretanto, com a retirada dos leitões, todos os fatores bloqueadores cessam e a fêmea retorna ao estro.

No período após o desmame, é recomendado o contato com o macho, duas vezes ao dia, a partir do primeiro dia, com contato focinho-focinho. O objetivo é induzir a manifestação do estro e identificação com maior precisão o seu início (Dallanora et al., 2004). No trabalho de Langendijk et al. (2000), foi observado aumento no percentual de fêmeas ovulando até o 9º dia após o desmame com contato com macho, quando comparado com as fêmeas sem contato com o macho (Tabela 1).

Tabela 1. Manifestação de estro em fêmeas desmamadas submetidas ou não ao contato com o macho

Parâmetros	Sem contato	Com contato	P
	N= 47	N= 47	
IDE médio, dias	4,96	5,71	<0,05
Fêmeas ovulando até o 9º dia	30%	51%	<0,05
Fêmeas em estro até o 9º dia	86%	92%	-
Duração do estro, h	39	38	-

Langendijk et al., 2000.

Características do cachaço a ser empregado

É importante conhecer algumas características do cachaço a ser empregado na ação. Ele deve ser sexualmente maduro e ter idade superior a 10 meses. Nessa idade, o macho já tem suficiente produção e liberação de feromônios, sendo mais eficiente na estimulação das leitoas (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da exposição aos machos de diferentes idades na puberdade de leitoas

Idade do macho	Intervalo manejo-puberdade (dias)	Idade à puberdade (dias)
Sem contato com macho	39	203
6,5 meses	42	206
11 meses	18	182
24 meses	19	182

Kirkwood & Hughes, 1980.

Além da eficiência na estimulação da puberdade, o reprodutor mais velho tem um maior desenvolvimento corporal que as fêmeas. Ao entrar na baia, impõe sua presença, evitando a agressão por parte das leitoas. Quando são usados machos mais novos, é comum observar brigas entre o macho e as fêmeas, devido ao menor tamanho e falta de diferentes odores/cheiros. O cachaço deve ser saudável, principalmente no que se refere à saúde do aparelho locomotor e reprodutivo. Como o macho vai se deslocar pelas instalações durante parte do dia, é importante que ele tenha bons apurados, sem patologias locomotoras e demonstre agilidade no deslocamento. Do ponto de vista reprodutivo, salienta-se a necessidade do animal ter boa libido (Mellagi et al. 2006b). Foi evidenciado que cachaços com maior libido são mais eficientes na indução do estro puberal (Hughes, 1994 - Figura 1). Além disso, as fêmeas possuem afinidade e preferência por diferentes animais. Quando a granja tem disponibilidade de cachaços, é sugerida a rotação dos mesmos na estimulação do estro, de tal forma que o macho utilizado pela manhã possa ser substituído por outro pela tarde, ou alternando a entrada na baia. Segundo Bortolozzo & Wentz (1999), a rotação de machos leva a uma renovação positiva de estímulos de diferentes machos.

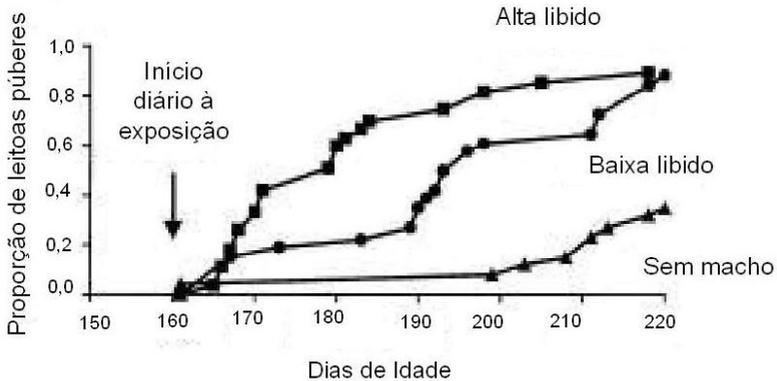


Figura 1. Efeito da libido do macho na entrada à puberdade de leitoas expostas ao macho a partir de 160 dias (Hughes, 1994)

Número de machos usados

No caso de estimulação com leitoas, é importante distinguir unidades em povoamento daquelas já estabelecidas. No povoamento de uma granja, deve ser prevista a chegada de machos com mais de 10 meses de idade. O número de leitoas a serem estimuladas é menor no início, mas a cada semana novas leitoas são submetidas ao manejo com o macho, até o primeiro grupo ser coberto, quando se considera estabilizado o grupo. Além disso, ao empregar o manejo de baias sincronizadas, não há a necessidade de introduzir o macho nas baias das leitoas que manifestaram estro nas duas semanas anteriores, pois nesse momento, elas estarão no metaestro e diestro. Nesses casos, uma inspeção de todas as fêmeas pelo funcionário, mantendo o reprodutor no corredor, é suficiente. Com isso, a estimulação com os cachaços será concentrada nas fêmeas que ainda não manifestaram estro e naquelas com previsão de entrada em estro na semana em questão. Ou seja, são necessários cachaços para estimular diariamente ao redor de 30 a 40% das leitoas alojadas no lote. Espera-se, certamente, uma variação individual nesse quesito, que dependerá, dentre outros, da libido do macho, da saúde dos membros locomotores, da idade e do escore corporal. Levando em conta o bom senso, estima-se que, em média, um reprodutor possa atender de 40 a 60 leitoas por turno (manhã/tarde) de trabalho (Mellagi et al., 2006b).

Já em manejo com gaiolas, mais comum em fêmeas desmamadas, o número de fêmeas que o macho pode estimular é maior, pois não caminha tanto quanto em baias. Além disso, se as fêmeas desmamadas são alojadas em duas linhas paralelas, o macho consegue estimular duas fêmeas simultaneamente, à medida que caminha. Ou seja, ao caminhar pelo meio do corredor com as fêmeas alojadas paralelamente, o macho otimiza o manejo de detecção. Além disso, deve-se levar em consideração, que no turno seguinte, recomenda-se trocar o macho. Algumas granjas, para aumentar a eficiência de detecção do início do estro, realizam este manejo com dois machos simultaneamente, para identificar possíveis fêmeas que não demonstram estro com o primeiro cachaço, mas exibem os sinais de cio com o segundo. Para isso, entre um macho e outro, é fundamental uma tábua de manejo entre os dois machos, evitando brigas entre eles.

Frequência do diagnóstico do estro

O ideal é que este manejo seja feito duas vezes ao dia, com intervalo de 12 horas. Na prática, este intervalo está além do horário de funcionamento da granja. Entretanto, para minimizar o problema, preconiza-se iniciar logo pela manhã (após o arraçoamento) e ao final do expediente, para obter intervalos de manejo mais homogêneos. Quando estes intervalos são irregulares, ou seja, intervalos curtos no período manhã-tarde e longo para o período tarde-manhã, um percentual maior de fêmeas tende a apresentar o estro pela manhã. Com isso, as fêmeas já poderão ter iniciado o estro antes da detecção dos funcionários.

Dentro de cada realidade, a granja deve focar para que este manejo seja bem realizado, respeitando estes intervalos na medida do possível. Em granjas com bons índices reprodutivos, é possível a adoção de diagnóstico de estro uma vez ao dia, contanto que seja um manejo realizado com comprometimento e tempo disponível por parte dos funcionários. O uso deste manejo em leitões deve ser muito bem estudado, uma vez que a duração do estro é mais curta nesta categoria do que nas fêmeas pluríparas (Borchardt Neto et al., 2005).

Como realizar o diagnóstico de estro

Segundo Borchardt Neto et al. (2005) o diagnóstico de estro compreende três fases. Na primeira etapa, a equipe deve identificar as fêmeas que apresentam modificações anatômicas, como edema e hiperemia vulvar e alterações comportamentais como inquietude e falta de apetite. A segunda fase é a estimulação das fêmeas pela exposição ao macho sexualmente maduro e com boa libido. Nessa fase é necessário que cada fêmea tenha contato focinho-focinho por 1-2 minutos. Com a presença do macho, deve se realizar a terceira etapa que o reflexo de tolerância à pressão lombar. Somente as fêmeas que respondem a esta estimulação são consideradas em estro, ou seja, pressão lombar exercida pelo funcionário.

Dias (2000) observou que mesmo as fêmeas estando em estro, 50-60% das nulíparas e 20-30% das pluríparas não apresentam o reflexo de tolerância sem a presença do macho. Mesmo as fêmeas que ficaram imóveis apenas na presença do homem, poderiam apresentar os sinais de estro até 10 horas antes, caso o macho estivesse presente. Estes dados reforçam que o macho é indispensável para a manifestação do estro e para o bom manejo da detecção de estro.

Momento da ovulação

O ciclo estral dura em média 21 dias e consiste numa série de eventos, com mudanças comportamentais e anatômicas, devido à variação na concentração de hormônios reprodutivos (Mellagi et al., 2007). O ciclo estral é dividido em quatro períodos: proestro, estro, metaestro e diestro (Tabela 3). Durante o ciclo estral, a fase em que a fêmea ovula e aceita a monta de um macho é denominada de estro ou cio. A ovulação tende a ocorrer no início do terço final do estro (Tabela 4).

A duração do estro é a variável que melhor prediz o momento da ovulação. Apesar de muitos trabalhos apresentarem uma relação entre momento da ovulação e a duração do estro, a dificuldade em prever o momento da ovulação e determinar protocolos de inseminação, é que a duração do cio é uma informação retrospectiva. Ou seja, quando o funcionário nota que a fêmea não está mais

em cio, a fêmea já ovulou há algumas horas, pois a ovulação ocorre durante o período de estro (Borchard Neto et al., 2005).

Outra variável estudada é o intervalo desmame-estro (IDE). De maneira geral, associação do IDE com a duração do estro e o momento da ovulação é negativa. Em outras palavras, à medida que aumenta o IDE, o estro e o período início do estro-ovulação são mais curtos. Entretanto, como há muitas variações nos estudos, há muitas fêmeas que fogem a essa associação. O período de lactação também esteve associado negativamente com o IDE a alguns trabalhos (Borchard Neto et al., 2005). À medida que aumenta o período de lactação de 25 para 15 dias, ocorre um aumento no intervalo início do estro-ovulação (Borchard Neto, 1998). Conclui-se que em algumas granjas pode existir associação do IDE com a duração do estro, e conseqüentemente com o momento da ovulação.

Tabela 3. Características do ciclo estral nas fêmeas suínas

	Pró-estro	Estro	Metaestro	Diestro
Início	Aparecimento de edema e hiperemia vulvar	Início do RTM	Fim do RTM	Funcionalidade dos CLs
Término		Fim do RTM	Formação dos CLs	Luteólise
Duração	1 a 3 dias	50-80 horas	2-3 dias	7-10 dias
Ovário	Crescimento folicular	Ovulação	Luteinização das células da teca e da granulosa	Formação e manutenção de CLs
Útero	Contrações uterinas	Contrações uterinas	Relaxamento uterino	Relaxamento e preparação para recepção de conceptos
Comportamento e aspectos anatômicos	<ul style="list-style-type: none"> • Edema e hiperemia vulvar; • Secreção vulvar; • Atração dos machos; • Fêmeas saltam nas outras 	<ul style="list-style-type: none"> • RTM • Alterações anatômicas menos intensas; • Redução de apetite e agitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem alterações anatômicas e comportamentais 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem alterações anatômicas e comportamentais

D = Dia
RTM = Reflexo de Tolerância ao Macho
CLs = Corpos lúteos
P4= Progesterona

Modificado de Mellagi et al., 2007

Tabela 4. Intervalos (horas) dos eventos envolvendo estro e ovulação em primíparas⁽¹⁾ e pluríparas⁽²⁾

Intervalos (horas)	Willis et al. (2003) ¹	Soede et al. (1994) ²	Mburu et al. (1995) ²	Lang et al. (2004) ²
Desmame-estro	112,3 ± 2,6	118,0 ± 24,0	115,2 ± 26,4	93,0 ± 5,0
Estro-ovulação	37,3 ± 1,7	38,0 ± 11,0	37,0 ± 2,1	40,6 ± 2,0
Estro	46,3 ± 2,2	54,0 ± 15,0	56,0 ± 7,9	61,4 ± 3,0

Adaptado de Mellagi et al., 2007

Inseminação artificial

A partir do diagnóstico do início do estro será determinado o momento no qual a fêmea deverá ser coberta ou inseminada. Portanto é fundamental a realização de um diagnóstico eficiente determinando, com a maior precisão possível o momento no qual a fêmea está iniciando o cio.

Protocolos de inseminação artificial

O que se define nos protocolos de inseminação artificial (IA) são frequência e momento ideal para ser realizada. Segundo Bortolozzo et al. (2005), os espermatozoides depositados no útero permanecem viáveis para fecundar os oócitos por 16-24 horas. Já os oócitos permanecem viáveis por um período de 4-8 horas. Baseado nesses períodos de viabilidade dos gametas, os melhores resultados são obtidos quando a IA é realizada próximo ao momento da ovulação. Como há dificuldade em estabelecer o momento da ovulação, preconiza-se que as inseminações sejam repetidas. Bortolozzo et al. (2005), acompanhando o crescimento folicular por ultrassonografia em leitoas, concluíram que um período ideal para a inseminação seria de 0-24 horas antes da ovulação, com resultados satisfatórios para sobrevivência embrionária. De fato, quando o período é superior a 24 horas, poucos espermatozoides estão presentes no local de fecundação (Soede et al., 1995). Como não é possível prever o momento da ovulação, detectar o início do estro é essencial para planejar os protocolos de inseminação artificial a serem aplicados. As falhas no diagnóstico do estro podem trazer sérios proble-

mas no desenvolvimento dos programas de IA e no desempenho reprodutivo do plantel.

A maioria das fêmeas recebe pelo menos uma inseminação pré-ovulatória. Entretanto, cabe salientar que há fêmeas com estro curto, que ovulam precocemente, e que podem ocorrer falhas na detecção do início do estro. Nestes casos, algumas fêmeas têm a primeira dose inseminante após a ovulação, podendo prejudicar os índices de fertilidade. Inseminações pós-ovulatórias, precedidas de pelo menos uma pré-ovulatória não trazem prejuízos ao desempenho reprodutivo (Bortolozzo et al., 2005), contanto que nenhuma seja realizada no metaestro. Marchetti et al. (2000) observou aumento na taxa de retorno ao estro, queda na taxa de parto ajustada e tamanho de leitegada em fêmeas inseminadas com 2 doses no estro e 1 no metaestro, em comparação às fêmeas que receberam as três doses durante o estro (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de três IAs no estro ou duas IAs no estro e uma no metaestro no desempenho reprodutivo

N	268	60
Duração do estro	62,8 ± 11,03 a	41,4 ± 11,07 b
Momento da ovulação	41,6 ± 9,45 a	32,6 ± 9,91 b
Relação estro-ovulação, %	78,8 a	66,4 b
Taxa de retorno ao estro, %	6,3 a	21,8 b
Taxa de parto ajustada, %	93,4 a	77,8 b
Tamanho da leitegada	11,4 ± 2,93 a	10,1 ± 3,13 b

Marchetti et al., 2000.

A importância de diagnosticar o início do estro está em definir em que momento deve ser realizada a primeira inseminação. Em pluríparas, se o diagnóstico de estro é feito duas vezes por dia (intervalos 8-16 horas), a primeira dose inseminante pode ser feita no turno seguinte à detecção do início do cio, pois há uma tendência de que nenhuma fêmea tenha ovulado ainda (Bortolozzo et al., 2005). Já em leiteas, ocorre um maior percentual de fêmeas que ovulam entre 12-20 horas após o início do estro. Nesta categoria, é reco-

mendável que a primeira inseminação seja feita no momento em que o estro é detectado.

Com relação à frequência, o protocolo mais utilizado é inseminar a cada turno, enquanto a fêmea ainda estiver em estro. A adoção de protocolos de intervalos de 24 horas deve ser muito bem estudada, pois alguns fatores podem comprometer a eficiência da técnica, como baixa qualidade das doses, falhas de manejo no diagnóstico de estro e falhas na inseminação propriamente dita. Entretanto, intervalos superiores há 16 horas devem ser evitados em leitoas, mantendo frequência de 8-16h (duas vezes ao dia) (Bortolozzo et al., 2005).

Mais recentemente, alguns protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) estão sendo estudados e desenvolvidos com o intuito de sincronizar as ovulações, maximizando a mão-de-obra na hora da inseminação. Para o emprego de IATF é necessário o emprego de hormônios para o controle da ovulação, como eCG/hCG, análogos de GnRH ou pLH, que induzem a ovulação em porcas e leitoas. A partir da aplicação destes hormônios, define-se o momento da inseminação (de Fries et al., 2010). Devido ao custo dos hormônios e trabalho dedicado à aplicação das doses ainda é difícil observarmos esta tecnologia nas granjas. Entretanto, é possível controlar a ovulação para reduzir o número de doses/estro ou até mesmo para maximizar as doses de machos geneticamente superiores.

Conclusões

A eficiência reprodutiva de um plantel depende diretamente do momento da inseminação artificial. E para que sejam feitas inseminações em tempo ideal, o diagnóstico correto da manifestação do estro é fundamental. Os funcionários responsáveis por este setor devem estar cientes das suas responsabilidades, devem ter tempo para executar uma boa estimulação com todas as fêmeas do grupo de estimulação e devem estar comprometidos.

A inseminação artificial deve ser realizada próximo à ovulação, mas como não é possível prevê-la, detectar o início do estro é essencial para planejar os protocolos de inseminação artificial a serem aplicados. Falhas no diagnóstico do estro podem trazer sérios

problemas no desenvolvimento dos programas de IA e no desempenho reprodutivo do plantel. A escolha do protocolo de inseminação deve abranger o comportamento reprodutivo da granja, para garantir que os resultados não sejam comprometidos. Isso significa dizer, por exemplo, que em um plantel que não há associação entre intervalo desmame-estro e duração do estro, o protocolo baseado no IDE não deve ser empregado.

Quando se tem certeza da qualidade da equipe e do manejo realizado nestes manejos, as possibilidades de aplicar intervalos de inseminação de 24 horas ou protocolos de IATF podem ser estudadas economicamente, a fim de otimizar o trabalho da equipe e até mesmo incrementar os resultados produtivos.

Referências

- Borchardt Neto, G. Causes of variation of oestrus length and onset of oestrus-ovulation interval and their relationship with pregnancy rate and litter size in multiparous sows. Tese de Doutorado. Tierärztliche Hochschule. Hannover, 1998.
- Borchardt Neto, G.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P. Fatores relacionados com o diagnóstico de estro e momento da ovulação. In: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. (Eds) Suinocultura em ação 2: Inseminação artificial na suinocultura tecnificada. Porto Alegre: Palotti, 2005. cap.9, p.107-126.
- Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. Manejo reprodutivo da fêmea suína de reposição. A Hora Veterinária. n.110, p.47-54. 1999.
- Bortolozzo, F.P.; Uemoto, D.A.; Bennemann, P.E.; Pozzobon, M.C; Castagna, C.D; Peixoto, C.H.; Barioni JR., W.; Wentz, I. Influence of time of insemination relative to ovulation and frequency of insemination on gilt fertility. Theriogenology. v.64, p. 1956-1962. 2005.
- Dallanora, D.; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F. P. Intervalo desmame-estro e anestro pós-lactacional em suínos. In: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. (Eds). Suinocultura em Ação.1: Porto Alegre: Palotti, 2004. 80p.
- De Fries, H.C.C.; Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P. Inseminação artificial em momento fixo em suínos. Acta Scientiae Veterinariae. V. 38 (Supl), 83-104. 2010.
- Dias, C.P. Comportamento estral em suínos com ênfase a ordem de parto, duração da lactação, intervalo desmame estro e tipo de alojamento após o desmame. 2000, 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2000.

Evans, A.C.O.; O'doherty, J.V. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts. *Livestock Production Science*. v.68, p.1-12. 2001.

Hemsworth, P.H. Social environment and reproduction. In: COLE, D.J.A.; FOX-CROFT, G.R. *Control of Pig Reproduction*. cap. 28, p.585-601. 1982.

Hughes, P.E. Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. In: Cole, D.J.A.; Foxcroft, G.R. *Control of Pig Reproduction*. cap.6, p. 117-138. 1982.

Hughes, P.E. The influence of boar libido on the efficacy of the boar effect. *Animal Reproduction Science*. v.35, p.111-118. 1994.

Kirkwood, R.N.; Forbes, J.N.; Hughes, P.E. Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after the removal of the olfactory bulbs. *Journal of Reproduction and Fertility*. v.61, p. 193-196. 1981.

Kirkwood, R.N.; Hughes, P.E. A note on the influence of boar effect component stimuli on puberty attainment in the gilt. *Animal Production*. v. 31, p. 209-211. 1980.

Lang, A.; Brandt, Y.; Madej, A.; Einarsson, S. Influence of simulated stress during standing oestrus on ovulation and hormonal profile in the sow. *Reproduction of Domestic Animals*. v.39, p.255. 2004.

Langendijk, P.; Soede, N.; Kemp, B. Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in weaned sows. *Journal of Animal Science*, v.78, p.871-878, 2000.

Marquetti, A.N.; Dias, C.P.; Pozobon, M.C.; Bortolozzo, F.P.; Wentz, I.; Borchardt Neto, G. Consequências de uma terceira inseminação realizada no metaestro sobre o desempenho reprodutivo de pluríparas suínas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. v. 24, n.4, p181-186. 2000.

Mburu J.N.; Einarsson, S.; Dalin, A-M.; Rodriguez-Martinez, H. Ovulation as determined by transrectal ultrasonography in multiparous sows: relationship with oestrous symptoms and hormonal profiles. *Journal of Veterinary Medicine A*. v. 42, p. 285-92. 1995.

Mellagi, A.P.G; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P. Bases fisiológicas e fatores que influenciam na puberdade da leitoa. In: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. (Eds) *Suinocultura em ação 3: A fêmea suína de reposição*. Porto Alegre: Palotti, 2006a. cap4, p.45-68.

Mellagi, A.P.G; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P. Manejo para indução da puberdade na leitoa. In: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. (Eds) *Suinocultura em ação 3: A fêmea suína de reposição*. Porto Alegre: Palotti, 2006b. cap5, p.69-85.

Mellagi, A.P.G; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P. Ciclo estral, dinâmica folicular e manutenção da gestação. In: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. (Eds) *Suinocultura em ação 4: A fêmea suína gestante*. Porto Alegre: Palotti, 2007. Cap2, p.17-41.

Paterson, A.M. The controlled induction of puberty In: Cole, D.J.A.; Foxcroft, G.R. Control of Pig Reproduction. cap 7, p. 139-159. 1982.

Soede, N.M.; Helmond, F.A.; Kemp, B. Perioovulatory profiles of oestradiol, LH and progesterone in relation to oestrus and embryonic mortality in multiparous sows using transrectal ultrasonography to detect ovulation. *Journal of Reproduction and Fertility*. v.101, p.633-41. 1994.

Soede, N.M.; Wetzels, C.; Zondag, W.; Konig, M.A.I.; Kemp, B. Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertilization rate and accessory sperm count in sows. *Journal of Reproduction and Fertility*. v.104, p.99-106. 1995.

Willis, H.J.; Zak, L.J.; Foxcroft, G.R. Duration of lactation and metabolic state, and fertility of primiparous sows. *Journal of Animal Science*. v. 81, p. 2088-102. 2003.

BIOTÉCNICAS APLICADAS À REPRODUÇÃO DE SUÍNOS: ATUALIZAÇÃO E PERSPECTIVAS DE USO

Mariana Marques

Pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves

mariana.marques@cnpisa.embrapa.br

A crescente demanda de alta qualidade de proteína animal a preços aceitáveis, a necessidade de proteger o meio ambiente, bem como o aumento do uso do suíno como um modelo biológico importante na biomedicina tem tornado, ao longo da última década, a expressão “biotecnologia” cada vez mais incorporada à produção de suínos (NIEMANN, RATH E WRENZYCKI, 2003).

Pré-requisitos importantes para melhorar a quantidade bem como a qualidade dos produtos de origem animal são baseados em conceitos de biotecnologia, especialmente os relacionados à reprodução.

Várias biotecnologias reprodutivas emergentes têm potencial para aplicação em condições de campo em um curto período de tempo, incluindo a redução do número de espermatozoides por dose inseminante, a criopreservação de espermatozoides e a inseminação em tempo fixo.

Todas estas são pré-requisitos para o desenvolvimento de tecnologias reprodutivas avançadas como a sexagem de espermatozoides, a transferência de embriões e a produção *in vitro* de embriões que ainda apresentam menores níveis de eficiência, limitando a sua utilização a pesquisa, sendo base para o desenvolvimento da clonagem por transferência nuclear e a transgenia.

Avaliação espermática e redução do número de espermatozoides por dose inseminante

A marcante expansão da inseminação artificial (IA) vem sendo direcionada por diversos fatores. O principal seria a possibilidade de disseminação acelerada de material genético, maximizando o papel do macho no melhoramento de determinada característica de relevância econômica, com consequente padronização rápida do rebanho (DESCHAMPS et al., 1998).

A possibilidade de reduzir o número de espermatozoides por dose produziria um forte impacto econômico e, portanto, deve ser vista com bons olhos. Porém, para a manutenção do desempenho reprodutivo, é necessário de que certos cuidados sejam tomados. A manipulação do ejaculado nas centrais, desde a coleta até o armazenamento, deve obedecer a padrões rigorosos de higiene e avaliação, bem como a taxa de diluição das doses. Os ejaculados devem ser avaliados com vistas a diferenciar machos sub-férteis, visando um possível descarte dos mesmos (BORTOLOZZO, GOLDBERG E WENTZ; 2008).

No entanto, na espécie suína assim como nas outras espécies animais, parâmetros convencionais utilizados para a avaliação espermática têm se mostrado limitados quanto à capacidade de predizer o potencial de fertilidade do sêmen (MAZIERO et al., 2009).

Os métodos utilizados em centrais de colheita e processamento de sêmen em bovinos consistem basicamente da análise subjetiva da motilidade, concentração, morfologia e integridade de membranas plasmática e acrossomal (PAPA et al., 2008). Enquanto que na espécie suína, nas centrais de colheita, apenas as análises de concentração, motilidade e morfologia são realizadas.

Alguns dos parâmetros seminais avaliados em suínos possuem correlação com a fertilidade, no entanto, a avaliação realizada rotineiramente nas centrais de colheita não servem como prognóstico acurado da fertilidade do macho (BRAHMKSHTRI et al., 1999; CORREA et al., 1997; RAWLS et al., 1998).

Muitas técnicas foram descritas para a avaliação dos diferentes componentes das células espermáticas, as quais apresentam maior acurácia, maior objetividade e repetibilidade. Um único teste é pouco eficaz, devido ao fato de que cada espermatozoide apresenta múltiplos compartimentos com diferentes funções a serem avaliadas (MAZIERO et al., 2009).

A membrana plasmática (ou celular) engloba a célula, definindo seus limites, separa o meio intracelular do extracelular e é a principal responsável pelo controle da saída e entrada de substâncias da célula. A integridade da membrana plasmática é um requisito essencial para o metabolismo e função espermática. (BERNARDI, 2008).

A integridade da membrana plasmática dos espermatozoides pode ser avaliada por técnicas como a da eosina nigrosina (TARDIF et al., 1999; TSAKMAKIDIS, LYMBERPOULOS e KHALIFA, 2010), ou pelo teste hiposmótico (PEREZ-LLANO et al.; 2001 e KUMARESAN et al., 2009) entre outros.

O acrossomo é uma membrana dupla que recobre os dois terços anteriores do núcleo e contém em seu interior glicoproteínas e enzimas lisossômicas essenciais à penetração no oócito durante a fecundação: hialuronidase (ação mucolítica), glicosidade, esterase e protease (GONÇALVES, et al., 2008).

O acrossoma é essencial para o funcionamento da célula espermática. A reação acrossomal deve ocorrer no momento da fertilização, assim a porcentagem de células com acrossoma intacto e capazes de realizar a reação acrossomal no devido momento representam uma característica importante do sêmen (KAWAKAMI et al., 1993).

A integridade do acrossoma pode ser facilmente avaliada em microscopia de luz pelo método da coloração simples proposta por Pope (1991) ou ainda pelo Spermac® (PAULENZ et al., 1995; KOMMISRUUD et al.; 2002).

A energia necessária para motilidade espermática é promovida pelas mitocôndrias localizadas na peça intermediária (GRAVANCE et al., 2000). Estas produzem energia em forma de adenosina trifosfato (ATP) que é quebrada em moléculas de adenosina trifosfatase, liberando a energia necessária para a movimentação da cauda (BARTH e OKO, 1989).

Assim, qualquer mudança na função mitocondrial pode ser refletida na alteração da motilidade espermática (GRAVANCE et al., 2000) e, conseqüentemente, prejudicar na fertilização.

Para avaliação do potencial mitocondrial Hrudka (1987) desenvolveu uma técnica baseada na oxidação da 3,3'-diaminobenzidina (DAB) pelo Complexo Citocromo C, através de uma reação em cadeia na qual o reagente é polimerizado e se deposita nos locais onde ocorre a reação, ou seja, se restringe à mitocôndria. Esta deposição pode ser identificada através de microscopia convencional pela sua coloração marrom. Desta maneira, é possível descrever o declínio espontâneo do CCO ocasionado por tratamentos físicos e/ou químicos aos que os espermatozoides são submetidos.

O uso das sondas fluorescentes tem grande ênfase para avaliação das estruturas espermáticas, pela característica de marcar estruturas específicas das células e detectar integridade estrutural ou funcionalidade de forma clara.

Dentre as técnicas validadas, a associação das sondas Iodeto de propídeo (PI), FITC- *Pisum sativum* aglutinina (FITC-PSA) e 5,5',6,6' tetracloro-1,1',3,3'-tetraetilbenzimidazolilcarbonianina iodeto (JC1) foi utilizada com sucesso para avaliação de espermatozoides da espécie suína (ANDRADE et al., 2007).

Tal sequência de sondas avalia a membrana plasmática, membrana acrossomal e membrana mitocondrial, respectivamente (CELEGHINI et al., 2007).

A avaliação seminal por sondas fluorescentes é bastante prática principalmente se associada à citometria de fluxo. No entanto, existe o custo dos equipamentos necessários para tal análise, sendo o custo de aquisição elevado tanto para o microscópio equipado com epifluorescência quanto para o citômetro.

Segundo Tesarik, Greco e Mendonza (2004), as falhas na reprodução assistida humana sem causa aparente podem estar relacionadas à fragmentação do DNA espermático. Em concordância, Esterhuizen et al. (2000) observaram que espermatozoides morfológicamente normais podem conter cromossomos com microdeleções, aneuploidias, fragmentação de DNA e estrutura de cromatina anormal, contudo não perdem a capacidade de fecundar o oócito.

A integridade da cromatina pode ser avaliada pelo grau de susceptibilidade do DNA à desnaturação *in situ* induzida, por exemplo, por pH baixo. O DNA de espermatozoides com estrutura anormal de cromatina são mais suscetíveis à desnaturação ácida e a avaliação da integridade é efetuada após coloração com laranja de acridina. Se o corante se intercala na dupla hélice de DNA (nativo) fluoresce em verde enquanto o DNA associado à hélice simples (desnaturado) fluoresce em vermelho (BERNARDI, 2008).

O desenvolvimento das técnicas de avaliação seminal vislumbra sua utilização a campo, podendo auxiliar na seleção dos melhores reprodutores. Porém, nenhuma das avaliações descritas tem a capacidade de sozinha prever a fertilidade de um macho suíno, sendo necessária a combinação de vários testes, para que se possa chegar um índice de maior correlação com a fertilidade.

Criopreservação de espermatozoides

A criopreservação é uma técnica valorosa a ser desenvolvida, ao passo que permitirá à suinocultura preservar material genético, garantir um suprimento constante de doses de sêmen em caso de um impedimento epidemiológico temporário ou de uma produção de sêmen prejudicada graças a condições climáticas adversas (CEROLINI et al., 2001).

Porém, os resultados de fertilidade da IA com sêmen congelado não atingem níveis satisfatórios quando comparados com o sêmen resfriado ou com a monta natural.

JOHNSON et al. (1985) elaboraram uma revisão sobre a utilização de sêmen congelado, compreendendo o período de 1970 a 1985, e constataram que a fertilidade foi 20% e 30% inferior para a taxa de parição e 2 a 3 leitões a menos por leitegada em relação ao sêmen resfriado.

Isto se deve a uma maior sensibilidade do espermatozoide suíno ao congelamento. Diversos trabalhos têm demonstrado que existem diferenças na dupla camada lipídica da membrana do espermatozoide suíno que podem explicar sua maior susceptibilidade ao choque pelo congelamento (BUHR e PETTITT, 1995).

Estas diferenças estruturais ajudam a explicar a alta sensibilidade do espermatozoide suíno ao choque pelo frio, o que provoca

um aumento da permeabilidade da membrana e consequente perda de cátions e enzimas através da mesma, redução da atividade enzimática e dos processos de difusão controlados pela membrana (JOHNSON et al., 2000).

Estudos atuais visam estabelecer melhores protocolos de congelação visando à diminuição dos danos durante o processo.

Recentemente, têm sido relatado aumento dos índices de fertilidade usando espermatozoides congelados em bolsas plásticas de 5 ml (ERIKSSON et al. 2001), ou em palhetas de 0,5 ml (BUS-SIERE et al., 2000). No entanto, a fertilidade e prolificidade ainda estão inferiores aos níveis esperados com sêmen fresco e IA padrão.

Sabe-se que a resposta dos espermatozoides a criopreservação depende da taxa de resfriamento e descongelação utilizada.

Fiser et al. (1993) demonstraram que uma taxa de resfriamento de - 30°C/min e uma rápida descongelação com taxa de 1200°C/min parece alcançar resultados adequados, apresentando taxas de sobrevivência espermática pós-descongelamento maiores de 50%. No entanto, estes resultados promissores são ofuscados por variações importantes e consistentes entre machos.

O sêmen suíno criopreservado pode ser utilizado com êxito desde que sejam identificados os machos considerados “bons congeladores” e seu sêmen criopreservado. No entanto, se a congelação do sêmen de machos intermediários ou ruins também for necessária (por exemplo, para um banco de germoplasma), modificações no protocolo de congelamento (taxa de descongelamento e/ou concentração de glicerol, uso de antioxidantes etc) pode melhorar a criopreservação (GROßFELD et al.; 2008).

Evitar que espécies reativas de oxigênio (ROS) causem danos aos espermatozoides durante o processo de criopreservação tem apresentado bons resultados. A adição de antioxidantes como o butil-hidroxitolueno (BHT), catalase, glutathione reduzida (GSH), superóxido desmutase (SOD) e vitamina E ao meio de resfriamento e/ou congelação, durante o processo de criopreservação apresentou bons resultados na qualidade espermática pós-descongelamento (GROßFELD et al.; 2008).

A viabilidade espermática no trato genital feminino após os processos de congelamento, descongelamento e inseminação tem meia vida mais curta que o sêmen fresco, apresentando em média 4 horas de viabilidade (WABERSKI et al., 1994).

Desta forma, diante da curta viabilidade seminal no trato reprodutivo feminino, para que se obtenham melhores resultados de fertilização, a inseminação das fêmeas com sêmen congelado deve ser realizada no momento mais próximo possível da ovulação, podendo-se utilizar recursos de sincronização hormonal do ciclo estral para este fim.

Além da sincronização do ciclo estral, outra ferramenta que pode ser associada à criopreservação do sêmen para melhorar seus resultados seria a inseminação intrauterina.

Inseminação em tempo fixo

Na espécie suína existe uma grande variação na duração do cio (24 a 108 horas) e no intervalo entre o início do cio e a ovulação (16 a 96 horas) (VIANA et al., 1999). Neste contexto, a sincronização da ovulação poderia ser uma alternativa para melhorar os resultados em programas de IA, principalmente quando realizada com sêmen congelado.

Apesar da sincronização do estro ser possível com o desmame de um grupo de porcas ou tratamento com altrenogest® em marrãs, contudo o início do estro pode estar dispersos por uma semana. Gonadotrofinas podem ser usadas fim de estimular o desenvolvimento folicular para alcançar um melhor efeito de sincronização (BRUSSOW et al.; 2009).

A gonadotrofina coriônica equina (eCG), tem comprovadamente efeitos sobre o desenvolvimento folicular em suínos. Ela exibe funções similares ao do hormônio luteinizante (LH) e ao do hormônio folículo estimulante (FSH). Na espécie suína, o eCG tem marcante ação na estimulação do desenvolvimento folicular.

Vários estudos realizados na Alemanha Oriental demonstraram que 800 a 1.000 UI de eCG são eficazes para estimular o desenvolvimento folicular em marrãs e 600 a 1.000 UI de eCG foi eficiente nas porcas, recomendando-se assim para cada situação testar

diferentes doses de eCG e depois escolher a melhor resposta de fertilidade (BRUSSOW et al.; 2009).

Embora o início do estro e, de certa forma também a ovulação podem ser sincronizados em marrãs e porcas utilizando eCG, o momento em que ocorre a ovulação pode ser ainda extremamente variável. Desta forma para que se realize a inseminação em tempo fixo (IATF) a ovulação precisa ser induzida, para isso são utilizadas predominantemente as gonadotrofinas como LH, hormônio luteinizante suíno (pLH), gonadotrofina coriônica humana (hCG) ou análogos de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) para mimetizar o pico endógeno pré-ovulatório de LH (FRIES et al., 2010).

Vários estudos já foram realizados utilizando a combinação de 600 UI de eCG no dia do desmame e 5 mg de pLH de 72 a 80 horas após a aplicação do eCG, tendo intervalos médios entre o tratamento com pLH e a ovulação de 35,7 horas (CANDINI et al., 2001), 38,2 horas (CASSAR et al., 2005) e 39,2 horas (VIANA et al., 2001). Sendo que a sincronia do momento da ovulação obtida no neste protocolo é de \pm seis horas (HUHN et al., 1996; CANDINI et al., 2001; VIANA, 2001).

Nos estudos de Cassar et al. (2005) as fêmeas suínas receberam 600 UI de eCG no dia do desmame e 5 mg pLH 80 horas mais tarde sendo inseminadas as 36 e 44 horas após pLH, resultando em uma taxa de parição significativamente maior (86% versus 69%) quando comparada com a do grupo controle.

Degenstein et al. (2008) observaram que leitoas púberes com ovulação induzida com 750UI hCG, 80h após o eCG tiveram um intervalo médio entre a aplicação hormonal e a ovulação de 47,6 \pm 2,5h com uma amplitude de 36,2- 67,3h, resultado que diferiu do grupo controle que apresentou média de 59,5 \pm 2,5h com amplitude de 36,1-83,8h.

Outro indutor de ovulações bastante utilizado em suínos é o GnRH. Este irá atuar na glândula pituitária levando a liberação de um pico endógeno de LH. Atualmente, somente a gonadorelina (D-Phe6-LHRH) é o análogo do GnRH licenciado para uso em suínos em vários países europeus (BRUSSOW et al.; 2009).

Testes de campo envolvendo um total de 2.744 fêmeas as quais foram aplicadas 50 μ g de gonadorelina 78-80 horas após aplicação de 1000 UI eCG e inseminadas artificialmente por duas vezes

em horários fixos, 24 e 40 horas após GnRH, demonstraram resultados de fertilidade superior à ovulação induzida com hCG. Uma observação semelhante foi feita com 71.600 porcas que foram tratadas com 50 µg de gonadorelina em comparação com a combinação 300 µg de GnRH / 300 UI hCG aplicada 55-58 horas após a eCG e inseminadas artificialmente duas vezes (24 e 42 horas) após GnRH (BRUSSOW et al.; 1996).

Sexagem de espermatozoides

A possibilidade de pré-selecionar o sexo da prole pode ser muito importante para a melhoria da gestão na produção de suínos. Se fosse economicamente viável, a produção de suínos se beneficiaria da pré-seleção do sexo, por facilitar, por exemplo, a produção de linhas machos e fêmeas, além de ser uma alternativa para castração. No entanto, a aplicação desta tecnologia na indústria pecuária é dependente da economia, eficiência e facilidade de uso (MARTINEZ et al. 2005)

Os espermatozoides de mamíferos carregando o cromossomo X ou Y podem ser separados com mais de 90% precisão, utilizando a citometria de fluxo que classifica os espermatozoides de acordo com o teor de DNA (SPINACI et al., 2006).

A técnica baseia-se na quantidade de DNA que o núcleo de cada espermatozoide contém. Em bovinos, por exemplo, espermatozoides que contém o cromossomo X possuem cerca de 4% de DNA a mais do que espermatozoides que contém o cromossomo Y (SEIDEL, 2007).

Com auxílio de uma sonda fluorescente (como o Hoechst 33342), que se liga a cromatina do núcleo e floresce quando excitada por um laser, o sistema após analisar a quantidade de fluorescência de cada espermatozóide, aciona um dispositivo que carrega eletricamente os espermatozóides, diferindo os que carregam o cromossomo X ou Y. Os espermatozoides passam então por um campo magnético, e são atraídos por diferentes placas eletrificadas. Desta forma, espermatozoides contendo o cromossomo X são atraídos pela placa de carga negativa e espermatozoides contendo o cromossomo Y são atraídos pela placa de carga positiva (SEIDEL, 2007).

O principal limitante da técnica atualmente é o número de espermatozoides sexados. O procedimento requer que os espermatozoides sejam sexados um a um, o que gera um número relativamente baixo de espermatozoides sexados por hora. Entretanto, a técnica tem sido aprimorada e a produção de espermatozoides sexados por hora aumentou nos últimos 12 anos – de dois milhões por hora para 20 milhões por hora (JOHNSON et al, 1999).

Uma limitação a tecnologia de sexagem de sêmen que é particularmente relevante para suínos é a grande quantidade de espermatozoides necessários para atingir os níveis de fertilidade aceitável na IA de porcas e marrãs (recomenda-se a inseminação dupla com 6×10^9 espermatozoides por dose pós descongelação comparado a uma única inseminação de 20×10^6 para a espécie bovina) (BATHGATE et al., 2006).

Segundo Martinez et al. (2005) a inseminação laparoscópica seria a técnica mais eficiente para a utilização do semen sexado em suínos, alcançando índices de até 80% de prenhez com apenas 300 000 espermatozoides por oviduto.

No entanto, outros protocolos estão sendo estudados. Tendo sido demonstrado que em associação a inseminação intrauterina, a inseminação com espermatozoides sexados pode ser realizada maior índice de sucesso.

Grossfeld et al. (2005) ao comparem a inseminação intrauterina com 50×10^6 de espermatozoides sexados ou frescos, demonstraram que não houve diferença nas taxas de prenhez (33,3% e 54,5%; respectivamente para semen sexado ou frescos), taxa de parição (33,3% e 54,5%; respectivamente para semen sexado ou frescos) e tamanho de leitegada ($7,5 \pm 2,5$ e $9,0 \pm 3,1$; respectivamente para semen sexado ou frescos).

Mesmo assim, o número de espermatozoides sexados disponíveis é baixo para o uso disseminado na produção de suínos. Esta limitação pode tanto ser resolvida pela melhoria da eficiência da tecnologia de sexagem ou pela melhoria dos protocolos de sincronização da ovulação, para garantir o sucesso com uma única inseminação com número menor de espermatozoides.

Produção *in vitro* de embriões

A fecundação é um processo complexo que envolve uma série de eventos fisiológicos e bioquímicos e vários atributos espermáticos são necessários para seu sucesso. Estes eventos consistem das capacidades de aumentar a motilidade (hiperativação), capacitação, reação acrossômica, penetração na zona pelúcida (ZP), ligação à membrana plasmática do oócito, penetração no ooplasma e formação do pró-núcleo masculino (FOXCROFT et al., 2008).

Testes que incluem a interação dos gametas masculino e feminino, tais como o de ligação à zona pelúcida (FAZELLI et al., 1995), de penetração no ovócito (GADEA et al., 1998) e de fecundação *in vitro* (MARTINEZ et al., 1993; XU et al., 1998) têm sido avaliados quanto à possibilidade de melhorar a predição da fertilidade.

A fecundação *in vitro* (FIV) é o método que mais mimetiza as interações que ocorrem entre os gametas masculino e feminino *in vivo* e poderia ser considerado como o teste mais informativo para avaliar o potencial fecundante dos espermatozoides *in vivo* (BERNARDI, 2008).

De uma perspectiva prática, alguns parâmetros da FIV estão correlacionados com a fertilidade *in vivo* dos suínos, tais como os índices de penetração de oócitos, o número de espermatozoides aderidos por oócitos, o índices de formação do pronúcleo masculino e a potencial de produção de embriões em (FOXCROFT et al., 2008).

A produção de embriões após a FIV em suínos ainda é considerada abaixo do ideal. Após o desenvolvimento de vários protocolos produção de embriões após a FIV por diferentes grupos de pesquisa, os índices de embriões que atingem o estágio de blastocisto são de 20 a 30%. Neste aspecto a espécie suína apresenta dois problemas que precisam ser resolvidos: os altos índices de polispermia e menores índices e qualidade dos blastocistos produzidos *in vitro*, quando comparadas aos *in vivo* (GIL et al., 2004).

Portanto, além de ser uma possível ferramenta para avaliação de fertilidade em machos, a produção de embriões *in vitro* em suínos vem se desenvolvendo com o intuito de produção de embriões, sendo importante para estudos de fisiologia da maturação ooci-

tária, fecundação e desenvolvimento embrionário, além de base para outras biotecnologias como a clonagem e a transgenia.

Transferência de embriões

A transferência de embriões é essencial para o desenvolvimento de outras tecnologias. No entanto, a aplicação comercial da transferência de embriões em suínos tem sido limitada pela necessidade da realização da transferência cirúrgica dos embriões na espécie (MARTINEZ et al., 2005).

Por causa da complexidade da cervix e do útero das fêmeas da espécie suína, existe uma grande dificuldade de se estabelecer um protocolo eficiente de transferência não cirúrgica de embriões sendo ainda o protocolo cirúrgico o mais utilizado por apresentar melhores resultados (SUZUKI et al., 2004).

Reichenbach, Mödl e Brem (1993), utilizando um cateter espiral plástico estéril e descartável e uma cânula de transferência de embriões, realizaram, por via transcervical no corpo uterino de fêmeas anestesiadas, cinquenta e oito transferências não-cirúrgicas tendo obtido seis gestações.

Suzuki et al. (2004) após a transferência de embriões produzidos *in vitro* para sete receptoras (em média 50 embriões por receptora) por cateter obtiveram apenas uma gestação de sete leitões.

O ponto crítico deste método é o grande número de embriões que tem que ser transferidos para que se obtenha a gestação o que não ocorre no método cirúrgico. Yoshioka et al. (2002) após realizar o cultivo *in vitro* de embriões e transferi-los cirurgicamente, com uma média de 16 embriões por receptora, obteve índices de gestação de 83,3%.

Considerações finais

Inúmeras são hoje as biotecnologias da reprodução disponíveis para utilização a campo. Cabe ao veterinário conjuntamente com o produtor avaliar qual a melhor a ser utilizada em cada situa-

ção levando em consideração principalmente a situação da granja e possíveis custos e benefícios.

No entanto, valem ressaltar que para a aplicação de qualquer biotecnologia da reprodução, a granja não deve apresentar problemas como os de manejo, principalmente os relacionados à mão de obra, problemas sanitários, nutricionais, ambientais entre outros que levem a diminuição dos resultados destas biotecnologias.

Referências

ANDRADE, A.F.C.; ARRUDA, R.P.; CELEGHINI, E.C.C.; NASCIMENTO, J.; MARTINS, S.M.M.K.; RAPHAEL, I.C.F.; MORETTI, A.S. Fluorescent Stain Method for the Simultaneous Determination of Mitochondrial Potential and Integrity of Plasma and Acrosomal Membranes in Boar Sperm. *Reproduction Domestic Animal*, v.42, n.2, p.190–194, 2007.

BARTH, A.D.; OKO, R.J.; Abnormal morphology of bovine spermatozoa. *Estados Unidos: Iowa University Press*.1989. 285p.

BATHGATE, R.; MORTON, K.M.; ERIKSSON, B.M.; RATH, D.; SEIG, B.; MAXWELL, W.M.C.; EVANS, G. Non-surgical deep intra-uterine transfer of in vitro produced porcine embryos derived from sex-sorted frozen–thawed boar sperm. *Animal Reproduction Science*, v. 99, n. 1-2, p. 82–92, 2007.

BERNARDI, M. L. Technologies used in the assessment of boar ejaculate to produce high quality semen doses. *Acta Scientiae Veterinariae*. v. 36, n. 1, p. 5-16, 2008.

BORTOLOZZO, F.P.; GOLDBERG, A.M.G.; WENTZ, I. Até onde é possível reduzir o número de espermatozoides empregados na inseminação artificial intra-cervical em suínos sem comprometer a fertilidade? *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 36, n.1, p. 17-26, 2008.

BRAHMKSHTRI, B.P.; EDWIN, M.J.; JOHN, M.C.; NAINAR, A.M.; KRISHNAN, A.R. Relative efficiency of conventional sperm parameters and sperm penetration bioassay to assess bull fertility in vitro. *Animal Reproduction Science*, v. 54, n. 3, p. 159-168, 1999.

BRUSSOW, K.P.; JÖCHLE, W.; HUHN, U. Control of ovulation with a GnRH analog in gilts and sows. *Theriogenology*, v. 96, n.6, p. 925-934, 1996.

BRUSSOW, K.P.; SCHNEIDER, F.; KANITZ, W.; RÁTKY, J.; KAUFFOLD, J.; WÄHNER, M. Studies on fixed-time ovulation induction in the pig. *Society for Reproduction and Fertility Supplement*, v. 66, p.187-95, 2009.

BUHR, M.M.; PETTITT, M.J. Frozen-thawed boar sperm: isolation of membranes and fluidity measurement. *Reproduction Domestic Animal*, v.31, n. 1, p.147-152, 1995.

BUSSIERE, J.F.; BERTAUD, G.; GUILLOUET, P. Conservation of boar semen by freezing. Evaluation in vitro and after insemination. Journées de la Recherche Porcine en France, v. 32, n. 1, p. 429-432, 2000.

CANDINI, P.H.; ZANELLA, E.L.; SILVEIRA, P.R.S.; MORETTI, A.S.; VIANA, C.H.C.; VALENTIM, R. Utilização de gonadotrofinas (eCG e LH) para sincronização da ovulação em fêmeas suínas desmamadas. In: Congresso brasileiro de veterinários especialistas em suínos, Belo Horizonte, 1999. ANAIS. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 1999. p. 375-76.

CASSAR, G.; KIRKWOOD, R.N.; POLJIK, Z.; BENNETT-STEWARD, K.; FRIENDSHIP, R.M. Effect of single and double insemination on fertility of sows bred as an induced estrus and ovulation. Journal of Swine Health and Production, v. 13, n. 5, p. 254-258, 2005.

CELEGHINI, E.C.C.; ARRUDA, R.P.; ANDRADE, A.F.C.; NASCIMENTO, J.; RAPHAEL, C.F. Practical techniques for bovine sperm simultaneous fluorimetric assessment of plasma, acrosomal and mitochondrial membranes. Reproduction in Domestic Animals, v. 42, n. 5, p. 479-488, 2007.

CEROLINI, S.; MALDJIAN, A.; PIZZI, F.; GLIOZZI, T.M.; Changes in sperm quality and lipid composition during cryopreservation of boar semen, Reproduction, v.121, n.3, p.395-401, 2001.

CORREA, J.R.; PACE, M.M.; ZAVOS, P.M. Relationships among frozenthawed sperm characteristics assessed via the routine semen analysis, sperm functional tests and fertility of bulls in an artificial insemination program. Theriogenology, v. 48, n. 5, p. 721-731, 1997.

DEGENSTEIN, K.L.; O'DONOGHUE, R.; PATTERSON, J.L.; BELTRANENA, E.; AMBROSE, D.J.; FOXCROFT, G.R.; DYCK, M.K. Synchronization of ovulation in cyclic gilts with porcine luteinizing hormone (pLH) and its effect on reproductive function. Theriogenology, v.70, n.7, p.1075-1085, 2008.

DESCHAMPS, J. C.; CORRÊA, M. N.; LUCIA Jr., T. Impacto da inseminação artificial em suínos. Revista Brasileira Reprodução Animal, v. 22, n. 2, p. 75-79, 1998.

ERIKSSON, B.M.; PETERSSON, H.; RODRIGUEZ-MARTÍNEZ, H.; Fertility with exported boar semen frozen in the new FlatPack container. Theriogenology, v. 58, n. 6, p. 1065-1079, 2001.

ESTERHUIZEN, A. D.; FRANKEN, D. R.; LOURENS, J. G. H.; PRINSLOO, E.; ROOYEN L. H. Sperm chromatin packaging as an indication of in-vitro fertilization rates. Human Reproduction, v. 15, n. 3, p. 657-661, 2000.

FAZELLI, A.R.; HOLT, C.; STEENWEG, W.; BEVERS, M.M.; HOLT, W.V.; COLENBRANDER, B. Development of a sperm hemizona binding assay for boar semen. Theriogenology, v.44, p.17-27, 1995.

FISER, P.S.; FAIRFULL, R.W.; HANSEN, C.; PANICH, P.L.; SHRESTHA, J.N.; UNDERHILL, L. The effect of warming velocity on motility and acrosomal integrity of boar sperm as influenced by the rate of freezing and glycerol level. *Molecular Reproduction Development*, v. 34, n. 2, p. 190–195, 1993.

FOXCROFT, G.R.; DYCK, M.K.; RUIZ-SANCHEZ, A.; NOVAK, S.; DIXON, W.T. Identifying useable semen. *Theriogenology*, v.70, n.8, p.1324–1336, 2008.

FRIES, H.C.C.; MELLAGI, A.P.G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Inseminação artificial em momento fixo em suínos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 38, n. 1, p. 83-104, 2010.

GADEA, J.; MATÁS, C.; LUCAS, X. Prediction of porcine semen fertility by homologous *in vitro* penetration (hVP) assay. *Animal Reproduction Science*, v. 56, n. 2, p. 95-108, 1998.

GIL, M. A.; RUIZ, M.; CUELLO, C.; VAZQUEZ, J. M.; ROCA, J.; MARTINEZ, A. E. Influence of sperm:ooocyte ratio during *in vitro* matured cumulus-intact pig oocytes on fertilization parameters and embryo development. *Theriogenology*, v. 61, n. 1-2, p. 551-60. 2004.

GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. *Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal*, ED ROCA, 2 ed, 2008.

GRAVANCE, C.V.; GARNER, D.L.; BAUMBER, J.; BALL, B.A. Assessment of equine sperm mitochondrial function using JC-1. *Theriogenology*, v. 53, n. 9, p. 1691-1703, 2000.

GROßFELD, R.; SIEG, B.; STRUCKMANN, C.; FRENZEL, A.; MAXWELL, W.M.C.; RATH, D. New aspects of boar semen freezing strategies. *Theriogenology*, v. 70, n. 8, p. 1225–1233, 2008.

GROSSFELD, R.; KLINC, P.; SIEG, B.; RATH, D. Production of piglets with sexed semen employing a non-surgical insemination technique. *Theriogenology*, v. 63, n. 8, p. 2269–2277, 2005.

HRUDKA, F. Cytochemical and ultracytochemical demonstration of cytochrome c oxidase in spermatozoa and dynamics of its changes accompanying ageing or induced by stress. *International Journal of Andrology*, v. 10, n. 6, p. 809-28, 1987.

HUHN, U.; JÖCHLE, W.; BRUSSOW, K.P. Techniques developed for the control of estrus, ovulation and parturition in the east german pig industry: a review. *Theriogenology*, v. 46, n. 6, p. 911-24, 1996.

JOHNSON, L.A., 1985. Fertility results using frozen boar spermatozoa 1970 to 1985. In: Johnson, L.A., Larsson, K. _Eds., *Deep Freezing Boar Semen*. Proc. 1st Int. Conf. Deep Freezing of Boar Semen. Swedish Univ Agric. Sciences, Uppsala, p. 199–222.

JOHNSON, L. A.; WELCH, G. R.; RENS, W.; The Beltsville Sperm Sexing Technology: High-Speed Sperm Sorting Gives Improved Sperm Output for In Vitro Fertilization and AI. *Journal of Animal Science*, v.77, n. 2, p.213–220, 1999.

JOHNSON, L.A.; WEITZE, K.F.; FISER, P.; MAXWELL, W.M.C. Storage of boar semen. *Animal Reproduction Science*, v. 62, n. 1-2, p. 143-72, 2000.

KAWAKAMI, E.; VANDEVOORT, C.A.; MAHI-BROWN, C.A.; OVERSTREET, J.W. Induction of acrosome reactions of canine sperm by homologous zona pellucida. *Biology of Reproduction*, v. 48, n.4, p.841-845, 1993.

KOMMISRUDE, E.; PAULENZ, H.; SEHESTED, E.; GREVLE, I.S. Influence of boar and semen parameters on motility and acrosome integrity in liquid boar semen stored for five days. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 43, n. 1, p. 49-55, 2002.

KUMARESAN, A.; KADIRVEL, G.; BUJARBARUAH, K.M.; BARDOLLOI, R.K.; ANUBRATA DAS, SATISH KUMAR, NASKAR, S. Preservation of boar semen at 18 °C induces lipid peroxidation and apoptosis like changes in spermatozoa. *Animal Reproduction Science*, v. 110, n. 1-2, p.162–171, 2009.

MARTINEZ, E. A.; VÁZQUEZ, J. M.; MATAS, C.; ROCA, J.; COY, P.; GADEA, J. Evaluation of boar spermatozoa penetrating capacity using pig oocytes at the germinal vesicle stage. *Theriogenology*, v. 40, n. 3, p. 547-557, 1993.

MARTINEZ, E.A.; VAZQUEZ, J.M.; ROCA, J.; CUELLO, C.; GIL, M.A.; PARRILLA, I.; VAZQUEZ, J.L. An update on Reproductive Technologies with Potential Short-Term Application in Pig Production. *Reproduction Domestic Animal*, v.40, n. 4, p.300–309, 2005.

MAZIERO, R.R.D.; CRESPILOHO, A.M.; FREITAS-DELL'AQUA, C.P.; DELL'AQUA JUNIOR, J.A.; PAPA, F.O. Evaluation of bull semen parameters and correlation to fertility. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.33, n.6, p.5-10, 2009.

NIEMANN, H.; RATH, D.; WRENZYCKI, C. Advances in Biotechnology: New Tools in Future Pig Production for Agriculture and Biomedicine. *Reproduction Domestic Animal*, v. 38, n. 2, p. 82–89, 2003.

PAPA FO, GABALDI SH, WOLF A. Viabilidade espermática pós-descongelamento de sêmen bovino criopreservados com meio diluente glicina-gema em quatro diferentes tempos de estabilização. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.24, n.1, p.39-44, 2000.

PAULENZ, H., TAUGBOL, O., HOFMO, P.O.; SAAREM, K. A preliminary study on the effect of dietary supplementation with cod liver oil on the polyunsaturated fatty acid composition of boar semen. *Veterinary Research Communications*, v. 19, n.4, p. 273–284, 1995.

PEREZ-LLANO, B.; LA J.L.; LORENZO, P.; YENES, L.A.; TREJO, I.; GARCIA-CASADO, P. A short hypoosmotic swelling test for the prediction of boar sperm fertility. *Theriogenology*, v. 56, n. 3, p. 387-398, 2001.

POPE, C.E.; ZHANG, Y.Z.; DRESSES, B.L.A. Simple staining method for evaluating acrosomal status of cat spermatozoa. *Journal of Zoo and wildlife medicine*, v.22, n.1, p.87-95, 1991.

RAWLS, A.; VALDEZ, M.R.; ZHANG, W.; RICHARDSON, J.; KLEIN, W.H.; OLSON, E.N. Overlapping functions of the myogenic bhlh genes mrf4 and myod revealed in double mutant mice. *Development*, v. 125, n. 13, p. 2349-2358, 1998.

REICHENBACH, H.D.; MÖDL, J.; BREM, G. Piglets born after transcervical transfer of embryos into recipient gilts. *Veterinary Record*, v. 133, n. 2, p. 36-39, 1993.

SEIDEL JR, G. E.; Overview of sexing sperm. *Theriogenology*, v.68, n.3, p.443-446, 2007.

SPINACI, M.; VOLPE, S.; BERNARDINI, C.; AMBROGI, M.; TAMANINI, C.; SEREN, E.; GALEATI, G. Sperm sorting procedure induces a redistribution of Hsp70 but not Hsp60 and Hsp90 in boar spermatozoa. *Journal of Andrology*, v. 27, n. 6, p. 899-907, 2006.

SUZUKI, C.; IWAMURA, S.; YOSHIOKA, K. Birth of Piglets through the non-surgical transfer of blastocysts produced *in vitro*. *Journal of reproduction and Development*, v.50, n. 4, p.486-491, 2004.

TARDIF, S.; LAFOREST, J.P.; CORMIER, N.; BAILEY, J.L. The importance of porcine sperm parameters on fertility *in vivo*. *Theriogenology*, v. 52, n.3, p. 447-59, 1999.

TESARIK, J.; GRECO, E.; MENDONZA, C. Late, but not early, paternal effect on human embryo development is related to sperm DNA fragmentation. *Human Reproduction*, v. 19, n. 3, p. 611-615, 2004.

TSAKMAKIDIS, I.A.; LYMBEROPOULOS, A.G.G.; KHALIFA, T.A.A. Relationship between sperm quality traits and field-fertility of porcine semen. *Journal of Veterinary Science*, v. 11, n. 2, p. 151-154, 2010.

VIANA, C.H.C.; SILVEIRA, P.R.S.; MORETTI, A.S.; MAZZA, P.F. Relações entre as características intervalo desmame-cio, duração do cio e momento da ovulação, diagnosticada pela ultra-sonografia em fêmeas da espécie suína. *Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 36, n. 4, 1999.

VIANA, C.H.C. Avaliação dos intervalos inseminação-ovulação e desmame-cio e da duração do cio como parâmetros na determinação de programas alternativos de inseminação artificial em suínos. 2001. 76 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

WABERSKI, D.; WEITZE, K.F.; GLEUMES, T.; SCHWARS, M.; WILLMEN, T.; PETZOLDT, R. Effect of time of insemination relative to ovulation on fertility with liquid and frozen boar semen. *Theriogenology*, v. 42, n. 5, p. 831-40, 1994.

YOSHIOKA, K.; SUZUKI, C.; TANAKA, A.; ANAS, I.M.K.; IWAMURA, S. Birth of Piglets Derived from Porcine Zygotes Cultured in a Chemically Defined Medium. *Biology of reproduction*, v. 66, n.11, p.112-119, 2002.

XU, X.; POMMIER, S.; ARBOV, T.; HUTCHINGS, B.; SOTTO, W.; FOXCROFT, G. R. *In vitro* maturation and fertilization techniques for assessment of semen quality. *Journal Animal Science*, v.76, n. 12, p.3079-3089, 1998.

EFEITOS DAS MICOTOXINAS NA REPRODUÇÃO DE SUÍNOS

Paulo Dilkin

Resumo

Micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por diversos fungos filamentosos, contaminantes ubiquamente encontrados nos substratos alimentares que compõe a dieta dos suínos. As principais micotoxinas e órgãos alvo na espécie suína são: aflatoxinas no fígado, zearalenona no sistema reprodutor, ocratoxina nos rins, fumonisinas no pulmão e tricotecenos no sistema digestivo. O aparecimento de sinais de intoxicação está intimamente relacionado à dose e tempo de consumo de cada toxina. Aproximadamente 90% das intoxicações são crônicas e não apresentam sinais clínicos específicos, podendo ser facilmente confundidos com desnutrição, deficiência de manejo ou outras doenças crônicas que implicam na diminuição da produtividade dos animais. Poucas vezes as micotoxicoses se manifestam na forma aguda, culminando com a morte dos animais. As micotoxinas apresentam diversos efeitos deletérios na reprodução de suínos. Nos machos ocorre principalmente a redução da libido, diminuição dos níveis de progesterona, redução do volume dos testículos e redução da qualidade e quantidade de espermatozoides, enquanto nas fêmeas frequentemente ocorre vulvovaginite, anestro, redução na taxa de concepção, aumento da mortalidade embrionária, mortalidade de leitões, edema dos ovários e útero e aumento do intervalo entre estros. Enquanto os métodos terapêuticos apresentam baixa eficiência no sentido de diminuir o impacto das intoxicações, as medidas preventivas, amplamente empregadas, apresentam boa eficácia com custo benefício extremamente favorável.

Palavras-chave: micotoxinas, suínos, reprodução, sanidade suína.

Micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversas cepas de fungos filamentosos. São compostos orgânicos de baixo peso molecular e não possuem imunogenicidade. Em climas tropicais e subtropicais como o brasileiro, o desenvolvimento fúngico é favorecido por fatores como excelentes condições de umidade e temperatura. Os fungos crescem e se proliferam bem em cereais, principalmente no amendoim, milho, trigo, cevada, sorgo e arroz, onde geralmente encontram um substrato altamente nutritivo para o seu desenvolvimento. O crescimento fúngico e produção de micotoxinas em cereais podem ocorrer nas diversas fases do desenvolvimento, maturação, colheita, transporte, processamento ou armazenamento dos grãos. Por isso, a redução da umidade dos cereais através da secagem é de fundamental importância para reduzir os níveis de contaminação. Mais de quatrocentas micotoxinas conhecidas na atualidade são produzidas por aproximadamente uma centena de fungos. As principais micotoxinas podem ser divididas em três grupos: as aflatoxinas, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* como *A. flavus* e *parasiticus*; as ocratoxinas, produzidas pelo *Aspergillus ochraceus* e diversas espécies do gênero *penicillium* e as fusariotoxinas, que possuem como principais representantes os tricotecenos, a zearalenona e as fumonisinas, produzidas por diversas espécies do gênero *Fusarium* (PINTO & VAAMONDE, 1996).

Quando as micotoxinas são ingeridas, os diversos efeitos se devem às diferentes estruturas químicas das mesmas, influenciados pelo fato de serem ingeridas por diferentes organismos animais superiores e também pela diversidade de espécies, raça, sexo, idade, fatores ambientais, manejo, condições nutricionais e outras substâncias químicas. A micotoxicose implica em enormes prejuízos de ordem econômica, sanitária e comercial, principalmente pelas suas propriedades anabolizantes, estrogênicas, carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas (HAYES & CAMPBELL, 1986). Porém, o maior problema das micotoxicoses diz respeito aos prejuízos relacionados aos diversos órgãos e sistemas dos animais, implicando na diminuição do desempenho produtivo dos mesmos. As manifestações agudas ocorrem quando os indivíduos consomem doses moderadas as altas de micotoxinas, circunstância em que podem aparecer sinais clínicos, sintomas e um quadro patológico específico dependente da micotoxina ingerida, da susceptibilidade da espécie, das condições individuais do organismo e da interação ou não com outros fatores.

As lesões são dependentes de cada micotoxina, porém as mais encontradas dizem respeito a hepatites, hemorragias, nefrites, necrose das mucosas digestivas e morte. A micotoxicose crônica é a mais frequente e ocorre quando existe um consumo de doses moderadas a baixas. Nestes casos, os animais apresentam um quadro caracterizado pela redução da eficiência reprodutiva, diminuição da conversão alimentar, taxa de crescimento e ganho de peso. Este quadro somente é detectado com cuidados especiais ou através de um programa de análise de micotoxinas presentes na alimentação. Os sinais clínicos ainda podem ser confundidos com outras doenças, inclusive as decorrentes desta micotoxicose, ou ainda com deficiências de manejo ou deficiências nutricionais. Existem poucas estatísticas precisas com relação à incidência de micotoxicoses, porém há uma consciência geral de que o perigo oculto (intoxicação crônica) é responsável pela maior parcela de perdas que se tem nos meios criatórios (OMS, 1983).

Aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂

As aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, presentes em aproximadamente 38% das rações suínolas, são responsáveis pela micotoxicose suína, de maior importância do ponto de vista clínico e econômico, representando uma condição extremamente grave para a saúde animal. Porcas que ingerem aflatoxina B₁ podem eliminar aflatoxina M₁ pelo leite, intoxicando os lactentes. A contaminação média em cereais é de 18 µg/kg, podendo ser encontradas amostras de milho com até 17 mg/kg (µg/g), valor correspondente a 850 vezes o limite permitido pela legislação para esta micotoxina em produtos agrícolas. A LD₅₀ das aflatoxinas para suínos é muito baixa (0,6 mg/kg), sendo considerada limite máximo de segurança de 50 µg/kg de alimento (MALLMANN *et al.*, 1994).

As aflatoxinas atuam principalmente no fígado, onde são biotransformadas. A aflatoxina B₁ pode ser transformada em aflatoxicol, que é um reservatório metabólico desta toxina. Por sua vez, a epoxidação da aflatoxina transforma-a em um radical de alta covalência, o que determina sua ligação com ácidos nucleicos. Isto explica a possibilidade de serem produzidas alterações genéticas, conferindo a esta micotoxina características carcinogênicas. Por sua vez, a hidratação da aflatoxina no fígado produz a aflatoxina B₂-Alfa, que

interfere diretamente na síntese de proteínas, levando a quadros de imunossupressão, interferência na coagulação sanguínea e às demais consequências das alterações provocadas por estas falhas no metabolismo (PIER *et al.*, 1980).

Os sinais clínicos da aflatoxicose aguda podem ter início 6 horas após a ingestão, traduzindo-se por severa depressão, inapetência, presença de sangue nas fezes, tremores musculares, incoordenação motora com hipertermia (até 41°C) que decresce após, podendo a morte ocorrer nas 12 - 24 horas seguintes. Nas intoxicações subagudas, os sinais clínicos são de evolução mais lenta, observando-se cerdas eriçadas, hiporrexia, letargia e depressão. Paralelamente, os animais podem apresentar aspecto icterício, desidratados e emaciados, com áreas de coloração vermelho púrpura na pele, além de perda progressiva de peso. A intoxicação crônica manifesta-se com a diminuição no ganho de peso e conversão alimentar, inapetência, má aparência geral e, por vezes, diarreia. Com a progressão para os estágios finais, ocorrem frequentemente sinais de ataxia, icterícia e, às vezes, convulsões (COOK & ALSTINE, 1989).

Quando a toxina é ingerida em níveis mais elevados, o fígado apresenta degeneração gordurosa, necrose lobular com incremento de células basofílicas na periferia do lóbulo, proliferação dos ductos biliares e cirrose. A icterícia da carcaça, associada ao fígado edemaciado e amarelado, são indicativos muito fortes de intoxicação. A vesícula biliar pode estar edemaciada e o fígado friável e hiperêmico, principalmente nos casos de intoxicação aguda. Também ocorre diminuição do tempo de coagulação sanguínea, podendo observar-se coleções líquidas sanguinolentas nas cavidades e mucosas, além de hemorragias em massas musculares (MALLMANN *et al.*, 1994).

As aflatoxinas frequentemente estão envolvidas em distúrbios reprodutivos em suínos. Um dos sinais clínicos mais observados na intoxicação de porcas gestantes por aflatoxinas é o aborto. Isso ocorre pela alta sensibilidade dos fetos às aflatoxinas e seus produtos de biotransformação. No entanto, essas micotoxinas também são relacionadas a distúrbios no processo da gametogênese, tanto do óvulo quanto dos espermatozóides. O mecanismo consiste basicamente na inibição parcial da formação de enzimas e proteínas envolvidas no processo. Por isso, a viabilidade e a quantidade de

óvulos e espermatozóides, bem como a quantidade do ejaculado, estarão comprometidos.

Zearalenona (ZEA)

A zearalenona (ZEA) ocorre em praticamente todos os cereais, especialmente em culturas de inverno contaminadas por fungos do gênero *Fusarium*. A contaminação natural ocorre em cevada, milho, sorgo, aveia e rações produzidas a partir destes produtos. Avaliações da contaminação por ZEA apontaram positividade próxima de 5%. A concentração média de ZEA encontrada foi de 18 ppb e o nível máximo detectado foi de 9,7 ppm. A ação desta toxina se dá pelo estímulo aos receptores estrogênicos citoplasmáticos, incrementando a síntese protéica no aparelho reprodutor. Consequentemente, a secreção das células endometriais, a síntese das proteínas uterinas e o peso do trato reprodutivo são aumentados. Estas alterações podem levar à pseudogestação pela manutenção de corpo lúteo, além do surgimento de quadros caracterizados por vulvovaginite, leitões fracos e natimortos e, muitas vezes, a um quadro de *splayleg*. Também pode observar-se uma marcada redução nas taxas de concepção, acompanhada de repetição de cio. A intoxicação mimetiza o estro e os leitões recém-nascidos podem apresentar sinais clínicos caracterizados como vulvovaginite infantil (EDWARDS *et al.*, 1987a).

Em machos jovens a toxina causa feminilização, incluindo edema de prepúcio, atrofia testicular e aumento da glândula mamária. Porém, estas alterações aparentemente não levam a efeitos sobre a capacidade reprodutiva, quando adulto. Em cachacos, a redução da libido, bem como uma discreta redução sobre a qualidade espermática pode ser observada (EDWARDS *et al.*, 1987b).

Ocratoxinas

As ocratoxinas são produzidas por fungos gênero *Penicillium* e *Aspergillus* apresentando um desenvolvimento otimizado em temperaturas entre 5 e 24°C. A incidência da Ocratoxina A (OTA) é baixa no hemisfério Sul, inferior a 5%, ficando praticamente restrita ao hemisfério Norte com índices de contaminação 10 vezes superiores. A alteração da filtração glomerular e prejuízos na função dos túbulos contornados proximais são os principais prejuízos decorrentes da intoxicação por OTA, levando à perda da capacidade de concentração urinária. A ocratoxicose em suínos traduz-se por uma intoxicação que cursa com diminuição do ganho de peso, sinais clínicos caracterizados por polidipsia e poliúria, além de lesões renais. Doses de 200 µg/kg de OTA na ração foram suficientes para que os animais apresentassem nefropatias, refletindo negativamente sobre a conversão alimentar e o ganho de peso. A mortalidade pode chegar a 90% nos lotes afetados (KROGH *et al.*, 1979).

Fumonisinias

As Fumonisinias pertencem a um grande grupo de micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, contaminantes naturais de cereais, principalmente o milho e subprodutos. A ocorrência de fumonisina B₁ em alimentos produzidos no Brasil já foi descrita por diversos pesquisadores (RODRIGUEZ-AMAYA, 2000), chegando a uma positividade próxima de 90%, com níveis de até 300 mg/kg de alimento. A fumonisina B₁ é o metabólito mais abundante deste grupo de micotoxinas, representando cerca de 70% nos alimentos naturalmente contaminados. As fumonisinas B₂ e B₃ ocorrem em menores concentrações (SHEPHARD *et al.*, 1996).

Os suínos apresentam alta sensibilidade às fumonisinas, suportando apenas concentrações inferiores a 10 mg/kg de alimento. Tal constatação tem sido observada em diversos surtos naturais e experimentais (HASCHEK *et al.*, 1992). Nos suínos, os principais órgãos alvo são o pulmão, fígado e coração, sendo que a síndrome específica nessa espécie é o Edema Pulmonar Suíno, geralmente com hidrotórax (OSWEILER *et al.*, 1992; SMITH *et al.*, 2000). Tal alteração é decorrente da ingestão de altas doses da micotoxina por

curtos períodos. Os maiores prejuízos são decorrentes da ingestão de baixas doses da toxina, que induzem lesões hepáticas e lesões hiperplásicas na mucosa esofágica em suínos desmamados (CASTEEL *et al.*, 1993). Nestes casos pode-se observar principalmente a diminuição do ganho de peso dos suínos.

Em porcas gestantes, as fumonisinas induzem a redução do desenvolvimento dos fetos e anomalias que são observadas nos leitões ao nascimento, como aumento do peso dos pulmões, edema pulmonar e distúrbios respiratórios.

Tricotecenos (TCT)

Os tricotecenos (TCT) formam um grupo químico de metabólitos fúngicos com a mesma estrutura básica, produzidos principalmente por fungos do gênero *Fusarium* como *F. graminearum* e *F. tricinctum*. Mais de uma centena de TCT são conhecidos. De acordo com a estrutura molecular, são divididos em dois grandes grupos: os de cadeia simples e os macrocíclicos. Apenas algumas apresentam importância econômica no Brasil, sendo o deoxynivalenol (vomitoxina ou DON) e a toxina T-2 os principais representantes. A ocorrência de TCT é significativa em culturas de inverno como trigo, cevada, aveia, arroz e centeio, cultivadas em baixas temperaturas (entre 6 e 24°C). As concentrações de DON frequentemente limitam-se entre 0,1 a 41,6 µg/g com média de 2,4 até 4 µg/g. Níveis de contaminação natural de DON, DAS, T-2 e NIV geralmente alcançam até 10 µg/g, com poucas exceções apresentando níveis de 15-40 µg/g. Mundialmente, o deoxynivalenol é o contaminante de cereais mais comuns, acompanhado em certas regiões por nivalenol (NIV). Poderá haver a presença concomitante de outros TCT e outras toxinas de *Fusarium* no mesmo lote de cereais (OMS, 1983).

Suínos e outros monogástricos apresentam a maior sensibilidade aos TCT, seguidos pelas aves. O NIV e DON induzem recusa de alimentos e perda de peso, apresentando toxicidades similares, sendo que um nível combinado menor que 0,4 mg/kg é descrito como aceitável (para suínos, os quais são relativamente susceptíveis), enquanto mais de 2,0 mg/kg é sempre inaceitável.

Os TCT atuam inibindo a enzima peptil transferase, reduzindo desta forma a síntese proteica, o que afeta principalmente células

em divisão ativa, como as do trato gastrointestinal, pele e células linfóides, eritróides e órgãos vitais. Os tricotecenos são imunossuppressores e também estão associados à ocorrência de hemorragias, sendo que o tempo da protrombina é aumentado significativamente. Porém, porém o fator primário da hemorragia decorre da diminuição do fator VII da coagulação sanguínea.

As intoxicações por TCT acarretam recusa de alimentos, vômito, redução na conversão alimentar e diarreia. A síndrome sanguinolenta, produzida pela toxina T2, se caracteriza pela ocorrência de dermatites, abortamentos, distúrbios nervosos, hemorragias gástricas e viscerais. Todos os TCT podem ser agudamente letais. Porém, os maiores problemas tendem a serem as toxicoses subagudas chegando à cronicidade, as quais induzem efeitos inespecíficos associados ao mau desempenho. Lesões macroscópicas após a necropsia nem sempre são evidentes, embora possam ser observados aumento do volume do fígado, hemorragia em linfonodos e erosões no estômago e intestinos (UENO, 1983).

Os tricotecenos formam um grupo de micotoxinas que também afetam a reprodução dos suínos. Por atuarem principalmente em células de rápida replicação, a toxina T2, diacetoxiscirpenol e deoxinivalenol atuam principalmente na gametogênese e desenvolvimento folicular, diminuindo a viabilidade folicular e a produção de espermatozóides.

Diagnóstico

O diagnóstico presuntivo de micotoxicose se baseia na observação dos sinais clínicos dos animais intoxicados e análise de dados ambientais referentes à colheita e armazenamento dos cereais utilizados na alimentação dos suínos. Normalmente, a história de introdução de uma partida nova de alimento, por vezes com características macroscópicas alteradas, está associada ao quadro de intoxicação. Porém, o diagnóstico definitivo é realizado através da análise da presença da micotoxina no alimento dos animais intoxicados. As técnicas mais utilizadas são análises por kits de ELISA, Cromatografia em Camada Delgada (TLC) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) (DILKIN *et al.*, 2001).

Tratamento da micotoxicode

O tratamento da micotoxicode representa um dos maiores desafios na clínica veterinária. Nesse sentido, a primeira medida a ser adotada é a retirada do alimento contaminado. O tratamento de suporte parece melhorar um pouco o prognóstico. A adição de maiores níveis de aminoácidos sulfurados nos alimentos tem sido adotada por clínicos, porém sua eficácia carece de maiores estudos científicos.

Medidas profiláticas

As medidas profiláticas consistem em adotar técnicas de cultivo e manejo que inviabilizem o crescimento fúngico, como a colheita dos cereais imediatamente após a maturação fisiológica, deixando os cereais menos expostos as intempéries, além da secagem e estoque em armazéns adequados para cada tipo de cereal ou subproduto. O monitoramento dos cereais e subprodutos através de técnicas de amostragem adequadas e análises micotoxicológicas antes de sua utilização também é uma boa prática, principalmente quando os cereais foram expostos a condições ecológicas favoráveis ao desenvolvimento de fungos. O uso de ácido orgânico pode auxiliar na conservação do alimento quando em situações de risco. Por fim, a utilização de adsorventes naturais ou modificados pela adição de compostos enzimáticos ou biológicos nos alimentos, apesar de carecer de maior aprofundamento científico, têm apresentado resultados promissores em situações de campo (OMS, 1983).

Referências bibliográficas

- COLVIN, B.M.; COOLEY, A.J.; REAVER, R.W. Fumonisin toxicoses in swine: Clinical and pathologic findings. *J. Vet. Diagn. Invest.*, Davis, v.5. p.232-41, 1993.
- COOK, W.O.; ALSTINE, W.G.V.; OSWEILER, G.D. Aflatoxicosis in Iowa swine: Eight cases (1983-1985). *J. Am. Vet. Med. Ass.*, v.194, p.554-558, 1989.
- DILKIN, P.; MALLMANN, C.A.; ALMEIDA, C.C.A.; CORRÊA, B. Robotic automated clean-up for detection of fumonisins B₁ and B₂ in corn and corn-based feed by high-performance liquid chromatography. *J Chromat A*, Amsterdam, v.925, n.1-2, p.151-157, 2001.
- EDWARDS, S.; CANTLEY, T.C.; DAY, B.N. The effects of zearalenone on reproduction in swine II. *Theriogenology*, v.28, p.51-58, 1987b.
- EDWARDS, S.; CANTLEY, T.C.; ROTTINGHAUS, G.E., OSWEILER, G.D., DAY, B.N. The effects of zearalenone on reproduction in swine. I. The relationship between ingested zearalenone dose and anestrus in non-pregnant, sexually mature gilts. *Theriogenology*, v.28, p.43-49, 1987a.
- HASCHEK, W.M.; MOTELIN, G.; NESS, D.K.; HARLIN, K.S.; HALL, W.F.; VESONDER, R.F.; PETERSON, R.E.; BEASLEY, V.R. Characterization of fumonisin toxicity in orally and intravenously dosed swine. *Mycopathologia*, Dordrecht, v.117, p.83-96, 1992.
- HAYES, J.R. & CAMPBELL, T.C. Contaminants. In: CASARETT, L.S. (Ed.) *Toxicology: the basic Science of Poisons*. New York: McMillians, 1986, p.771-800.
- KROGH, P.; ELLING, F.; FRIIS, C.H.R.; HALD, B.; LARSEN, A.E.; LILLHOJ, E.B.; MADSEN, A.; MORTENSEN, H.P.; RASMUSSEN, F.; RAVNSKOV, U. Porcine nephropathy induced by long-term ingestion of ochratoxin A. *Vet. Pathol.*, v.16, p.446-475, 1979.
- MALLMANN, C.A.; SANTURIO, J.M.; WENTZ, I. Aflatoxinas – Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, v.24, n.3, p. 635-643, 1994.
- OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE) Critérios de Salud Ambiental 11. Micotoxinas. *Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud*. Cidade do México, v.131 p.1983.
- OSWEILER, G.D.; ROSS, P.F.; WILSON, T.M.; NELSON, P.E.; WITTE, S.T.; CARSON, T.L.; RICE, L.G.; NELSON, H.A. Characterization of an epizootic of pulmonary edema in swine associated with fumonisin in corn screenings. *J. Vet. Diagn. Invest.*, Davis, v.4, p.53-59, 1992.
- PIER, A.C.; RICHARD, J.L.; CYSEWSKI, S.J. Implications of mycotoxins in animal disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 176, p. 719-724. 1980.
- PINTO, V.E.F. & VAAMONDE, G. Hongos productores de micotoxinas en alimentos. *Rev. Arg. Microb.*, Buenos Aires, v.28, n.3, p.147-162, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. & SABINO, M. Pesquisa em micotoxinas no Brasil: a última década em foco. *Braz J Microbiol*, São Paulo, v.33, n.1, p.1-11, 2002.

SHEPHARD, G.S.; THIEL, P.G.; STOCKENSTROM, S.; SYDENHAM, E.W. Worldwide survey of fumonisin contamination of corn and corn-based products. *J. Assoc. Of Anal. Chem.*, Arlington, v.79, p.671-687, 1996.

SMITH, G.W.; CONSTABLE, P.D.; EPPLEY, R.M.; TUMBLESÓN, M.E.; GUMBRECHT, L.A.; HASCHEK-HOCK, W.M. Purified fumonisin B₁ decreases cardiovascular function but does not alter pulmonary capillary permeability in swine. *Toxicol. Sc.*, Orlando, v.56, p.240-249, 2000.

UENO Y. Effects of trichothecene mycotoxins on farm animal. In: UENO, Y. (Eds) *Trichotecenes, chemical biological and toxicological aspects*. Amsterdam: Elsevier, 1983. p135-146.

O DESAFIO DA NUTRIÇÃO MICROMINERAL E SEU IMPACTO NA PRODUTIVIDADE DA MATRIZ E DA PROGÊNIE

**PhD. Ricardo Esquerro, PhD. Junmei Zhao,
PhD. Robert Harrell, PhD. Laura Greiner**

A importância dos microminerais para a reprodução de suínos e peso dos leitões ao nascer

Nos últimos 20 anos, os avanços na seleção genética e na nutrição melhoraram significativamente o desempenho reprodutivo de matrizes, com uma média de 28 nascidos vivos por porca por ano nas 10% das melhores granjas da América do Norte (Pigchamp, 2009).

Entretanto, estes aumentos rápidos no tamanho da leitegada e produtividade anual de matrizes resultaram em aumento do número de leitões de baixo peso ao nascimento. O menor peso ao nascer tem sido associado com maior mortalidade pré-desmame, menores taxas de crescimento e redução da qualidade da carne suína (Rehfeldt e Kuhn, 2006). Já o aumento do peso ao nascer influencia positivamente a deposição diária de carne e a porcentagem de carne magra, especialmente em animais com peso corporal inferior a 1,6 kg. QUINIOU et al. (2002) relataram que o aumento do tamanho da leitegada de menos de 11 para mais de 16 leitões resultou em uma redução de peso significativa ao nascimento (de 1,59 para 1,26 kg), o que corresponde a uma diminuição média de 35 g por cada leitão adicional nascido. A proporção de leitões pequenos com peso inferior a um quilo também aumenta de sete para 23% do total de nascidos.

O desafio que enfrentam os produtores é manter o peso ao nascer dos leitões, reduzindo o número de leitões de baixo peso, enquanto o tamanho das leitegadas continua a aumentar. E, neste contexto, os minerais desempenham um papel importante e determinante para que o objetivo seja alcançado. Por exemplo, a defici-

ência de zinco em fêmeas leva a aumento da incidência de abortos, a um período de gestação prolongado, a aumento do número de natimortos, dificuldades durante o parto e baixo peso ao nascer dos leitões. Deficiência de selênio resulta em infertilidade, aborto e retenção de placenta (Bedwal e Bahuguna, 1994).

A gestação e lactação são fases muito críticas do ponto de vista da nutrição mineral. Durante a gestação uma quantidade muito importante de minerais é transferida da matriz para o leitão. A maior parte dessa transferência de minerais ocorre nas últimas semanas (Figura 1) e aproximadamente 50% dos macros e micros minerais são transferidos nos últimos 15 dias de gestação. A fonte desta quantidade tão expressiva de minerais são os tecidos corporais ou a ração consumida pela matriz.

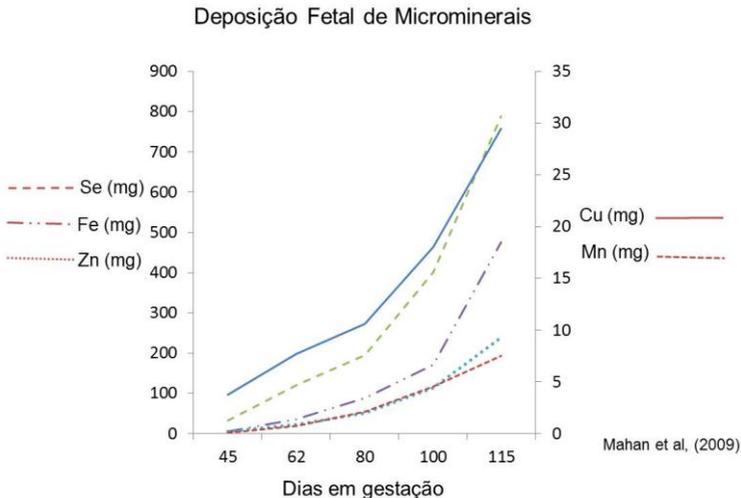


Figura 1. Transferência e deposição fetal de micro minerais no período de gestação.

Tanto macro quanto micro minerais tem suas necessidades significativamente aumentadas em linhagens de matrizes de alta produtividade, com efeito, extremamente relevante no desempenho reprodutivo dos animais. Mahan e Newton (1995) sugerem que as reservas minerais das matrizes decrescem dramaticamente após o terceiro parto. Fêmeas de maior produção apresentam maiores per-

das de macro e micro minerais corporais comparadas com as de menor produção (Figura 2).

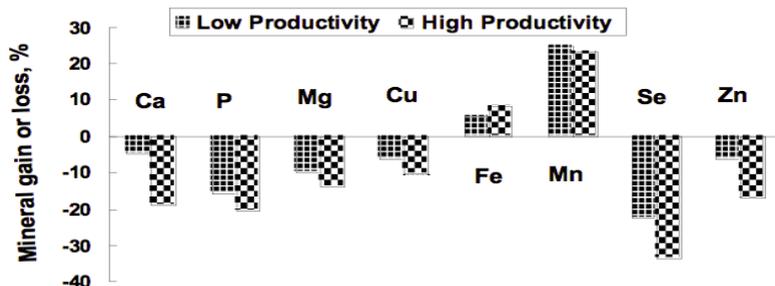


Figura 2. Balanço de minerais corporais de matrizes após o terceiro parto.

Por isso que é fundamental fornecer fontes minerais altamente biodisponíveis, principalmente para matrizes de alta produtividade. Em comparação com os minerais inorgânicos, pesquisas recentes sugerem que minerais quelatos são mais biodisponíveis e sofrem menos antagonismo decorrente da ação de outros minerais ou nutrientes no trato gastrointestinal.

Cabe ressaltar que o estudo do desempenho de suínos é extremamente custoso devido ao grande número de animais por tratamento e registros de desempenho individuais de matrizes durante vários períodos gestacionais que são necessários para se obter conclusões válidas.

O papel dos minerais na produtividade e longevidade

Matrizes prolíficas apresentam altas taxas de mortalidade anual, o que é tanto uma questão de preocupação econômica quanto de bem-estar animal. Em muitas granjas comerciais, a produção de matrizes está consideravelmente aquém do seu potencial. Na América do Norte, onde a longevidade é de 2,5 partos, 50% das

porcas são abatidas antes de chegar ao terceiro ou quarto de parto (Pigcham, 2009).

A substituição de marrãs e porcas de primeiro e segundo partos pode representar cerca de 45% dos abates totais (Lucia et al., 2000), resultando em uma elevada percentagem de fêmeas jovens nas granjas. Isto significa maior sobrecarga e aumento dos custos operacionais, com mais dias não produtivos. Além disso, as marrãs tipicamente produzem leitegadas de baixo peso ao nascer e com problemas de saúde, representando um desafio ainda maior para o produtor. E, quando adquiridas, também é uma fonte potencial de doenças, como identificado em um recente estudo retrospectivo de síndrome de refugagem multissistêmica (SRM) pós-desmama em granjas de suínos na Grã-Bretanha (Green, 2005).

A longevidade da matriz tem um grande impacto sobre a rentabilidade, pois que se estima que descartes prematuros comprometa cerca de 16% da renda do produtor (Dijkhuizen et al., 1989). Para melhorar o retorno financeiro, o tempo de vida produtiva de cada porca no rebanho deve ser aumentado, já que o valor líquido dispendido por marrã adquirida é diluído com o aumento do número de partos. Estendendo a vida produtiva das matrizes há menor custo com a reposição de fêmeas, o lucro líquido por leitegada é maior e a produtividade aumenta (Lacy et al., 2007).

Reprodução e problemas locomotores – as razões para o abate que geram os maiores custos

Lucia et al (2000) avaliaram a produção de 28 granjas através do PigCHAMP e indicaram que a razão para o descarte de matrizes está extremamente relacionada com a reprodução, sendo o número médio de partos até o abate de 3,3. Além disso, cinquenta e cinco por cento das fêmeas abatidas por problemas de locomoção foram eliminadas antes do segundo parto. Portanto, as análises das causas de descartes de matrizes jovens mostram que a falha reprodutiva e problemas locomotores são as principais razões para que levem ao abate precoce, representando cerca de 42% e 17% dos descartes no primeiro parto e 35% e 16% dos descartes no segundo parto, respectivamente (Dijkhuizen et al. , 1989; Lucia et al, 2000).

Problemas locomotores não apenas causam grandes perdas econômicas, como também é uma fonte de preocupação ética em relação ao bem-estar animal. A transferência do sistema de baias individuais para um sistema de alojamento em grupos aumenta a incidência de problemas de pernas. A claudicação também está ligada com o descarte precoce e produtividade reduzida da matriz (Anil et al., 2008). Fêmeas com problemas de locomoção têm leitegadas menores e apresentam menos leitões nascidos vivos (Anil et al 2009). Além disso, a claudicação grave reduz o valor das matrizes para zero uma vez que porcas que não podem se mover são enviadas para fábricas de subprodutos e não para o abatedouro.

A importância dos microminerais na reprodução e nos problemas locomotores

Os microminerais desempenham um papel importante na formação óssea e manutenção da integridade do esqueleto de matrizes. O zinco e o cobre são fundamentais para a adequada formação do colágeno, uma proteína estrutural que dá força aos tecidos ósseos, dentre outros. O manganês é um cofator da enzima MnSOD, que é importante no desenvolvimento adequado da cartilagem.

Embora importantes, as exigências minerais não são bem compreendidas em animais de reprodução. O baixo custo relativo dos minerais inorgânicos e exigências mal definidas resultaram na utilização de níveis muito elevados de minerais inorgânicos na indústria, em comparação com as recomendações do NRC (1994).

Pedro e Manhan (2008) calcularam a ingestão mineral na lactação (mg/porca/dia) e sugeriram que a ingestão mineral foi reduzida a medida que matrizes atingiam mais de três partos. Isto sugere que a ingestão mineral é inadequada para manter o status mineral nestas matrizes (Figura 3), o que pode potencialmente afetar o desenvolvimento do feto. Em comparação com minerais inorgânicos, minerais quelatados são uma fonte mais biodisponível e apresentam menor susceptibilidade a antagonismo com outros nutrientes no lúmen intestinal (Richards et al., 2010, Zhao et al., 2010).

Consumo de Minerais na Vida Produtiva da Matriz Suína

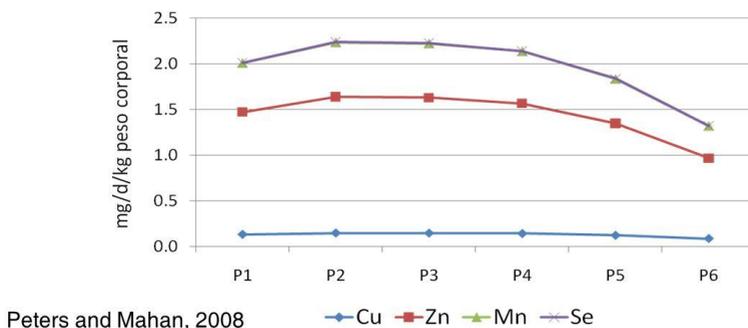


Figura 3. Matrizes suínas consomem menos minerais gradativamente a partir do terceiro parto e este fato desfavorece a sobrevivência da matriz no sistema produtivo.

Efeito do uso de microminerais orgânicos sobre o desempenho de matrizes e da progênie

Nosso grupo de pesquisa objetivou avaliar os efeitos do uso de micro minerais orgânicos (OTM) utilizando minerais quelatados (2HMTBA quelato, como classificado quimicamente pela Food and Drug Administration, USA) de Zn, Cu e Mn sobre o desempenho de matrizes e qualidade da progênie (desde o peso ao nascimento até o abate) em granjas comerciais. Um estudo foi conduzido de abril de 2007 a março de 2010 com um total de 18.000 matrizes até o sétimo parto. A maioria das matrizes eram PIC C29. Dois tratamentos foram testados, um tratamento com fontes inorgânicas de Zn, Cu e Mn, e outro contendo fontes orgânicas desses minerais (Tabela 1). Ambos os premixes minerais foram oferecidos aos tratamentos correspondentes em todas as fases da vida produtiva das matrizes. Fontes de outros nutrientes, incluindo os demais minerais, foram oferecidas em iguais níveis entre os tratamentos, segundo as práticas comerciais locais. Este experimento foi considerado a mais completa avaliação quanto à nutrição micro mineral de matrizes, levando em conta o tempo total do estudo e o número de variáveis obtidas.

Tabela 1. Tratamentos experimentais.

	Tratamento com minerais inorgânicos(CONTROLE)		Tratamento com minerais orgânicos(OTM)		Níveis Totais / Tratamento
	Sulfatos	2HMTBA quelato	Sulfatos	2HMTBA quelato	
Zn	165 ppm	0	82,5 ppm	82,5 ppm	165 ppm
Cu	16 ppm	0	8 ppm	8 ppm	16 ppm
Mn	40 ppm	0	20 ppm	20 ppm	40 ppm

Resumo de resultados

Parâmetros reprodutivos e peso ao nascer de leitões

Diversas melhoras reprodutivas foram reportadas com o uso de OTM, tal com o aumento taxa de parição (Figura 4), número de nascidos totais e vivos, que apresentaram um aumento de 1,73 leitões desmamados por matriz (Tabela 2). Houve um aumento no número de mortos com OTM, provavelmente devido ao aumento em nascidos totais e ao fato de que há baixa assistência ao parto nessas granjas, com poucos funcionários disponíveis por matriz suína.

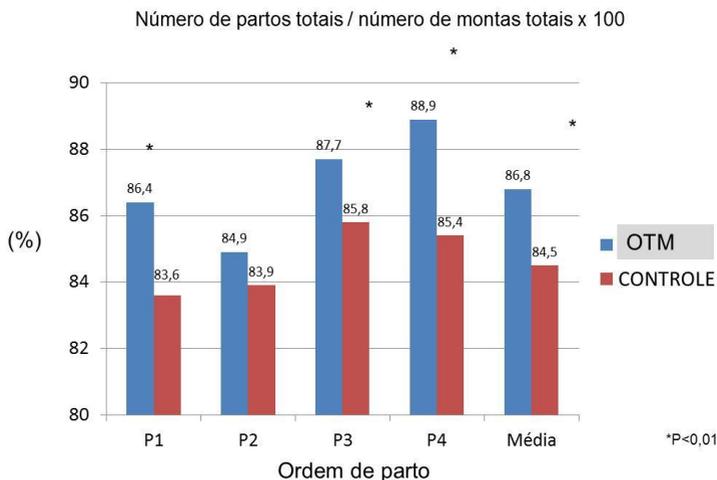


Figura 4. Taxa de parição.

Tabela 2. Desempenho reprodutivo acumulado durante a vida produtiva da matriz.

Variável	OTM (n=3994)	Controle (n=4118)	Diferença	Desvio Padrão	P
Nasc. Totais	44.10	40.76	3.32	1.23	0.02
Nasc. Vivos	41.61	38.89	2.71	1.22	0.04
Mumificados	0.69	0.67	0.02	0.02	0.47
Mortos	1.80	1.21	0.60	0.03	<.001
Desmamados	36.39	34.64	1.73	0.90	0.07

Assim, o uso de OTM melhorou vários parâmetros reprodutivos e a produtividade acumulada da matriz. O peso ao nascer aumentou em uma média 113 g por leitão (8,8%) com o uso de OTM, sem efeito sobre homogeneidade da leitegada (Figura 5).

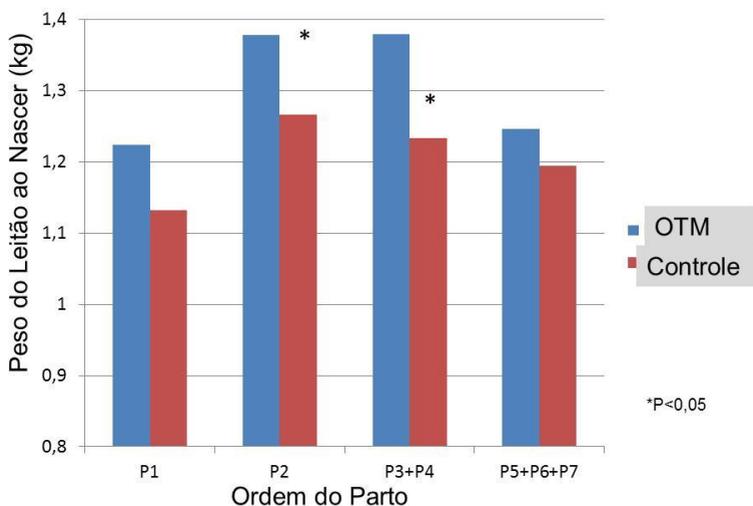


Figura 5. Peso ao nascer por parto.

O tamanho da leitegada é normalmente utilizado para medir a produtividade em granjas de matrizes modernas, com a percepção de que mais leitões nascidos significa maior lucro. No entanto, o peso ao nascer geralmente diminui à medida que aumenta o tamanho da leitegada. Ambos, baixo peso ao nascer e número elevado de nascidos, são importantes fatores de risco para a taxa de mortalidade pré-desmame (Roehre e Kalm, 2000) e desempenham um papel importante na avaliação econômica. É comumente reconhecido que o baixo peso ao nascer se correlaciona com a sobrevivência diminuída e com menores taxas de crescimento pós-natal (Milligan et al., 2002). QUINIOU et al (2002) relataram que leitões com baixo peso ao nascimento (1kg) levam duas semanas a mais para atingir 105kg em comparação com o grupo 2,6 kg de peso ao nascimento. Portanto, os animais permanecerão mais tempo na granja para atingir o peso de abate mínimo exigido. O desafio atual da indústria é aumentar o tamanho da leitegada sem sacrificar o peso ao nascer dos leitões. Com o uso de OTM, observou-se um incremento nos dois parâmetros (Figura 6). Esta é uma observação crítica para a avaliação, pois representa consequências econômicas importantes.

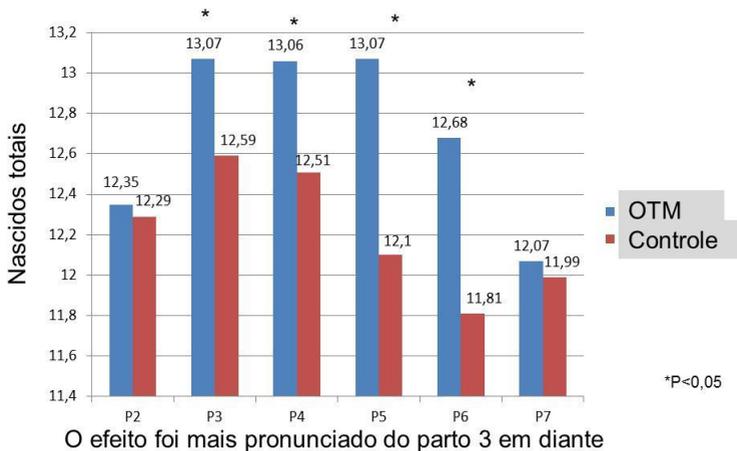
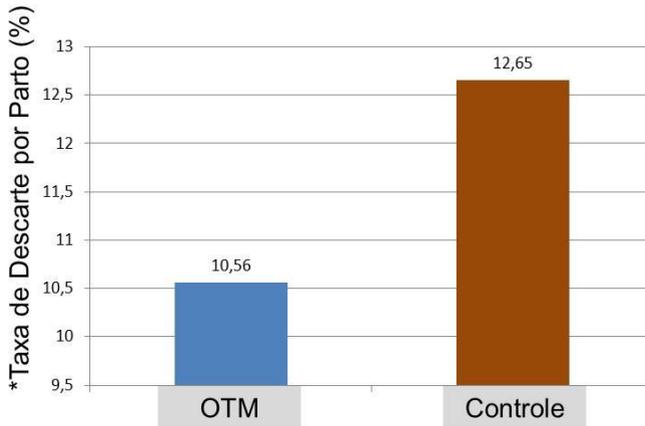


Figura 6. Nascidos totais/parto.

A Figura 6 ilustra que matrizes alimentadas com OTM apresentam melhor desempenho reprodutivo e permanecem por mais tempo no pico reprodutivo que matrizes alimentadas com microminerais inorgânicos.

Resultados de longevidade, taxa de retenção e descarte

Foram analisadas as taxas de retenção até o quarto parto, para que a variável de descarte devido à idade avançada fosse eliminada. A taxa de retenção acumulada aumentou significativamente (Tabela 3) com o uso de OTM. Isso representou uma redução acumulada de 2,1% no número de matrizes descartadas por parto (Figura 7).



*(No. de Matrizes descartadas por parto / No. de matrizes totais por parto) x 100

* P <0,001

Figura 7. Taxa de descarte.

Como porcas alimentadas com OTM permaneceram no ciclo de reprodução por mais tempo, a segunda área que estudamos foi à razão para o descarte que foi classificado segundo duas categorias:

Involuntária versus voluntária

A razão do descarte involuntário inclui problemas de locomoção, morte e doenças. A principal razão voluntária foi o desempenho reprodutivo e o desempenho da leitegada.

Razões ligadas a problemas de locomoção (problemas de perna/pé) versus razões não associadas à locomoção

Um dos objetivos das granjas de matrizes é reduzir o descarte involuntário e o descarte por problemas de locomoção, para que o gerente da granja tenha maior flexibilidade quanto à decisão das fêmeas a serem abatidas. Além disso, descartes por problemas de locomoção afetam diretamente os lucros das granjas.

A taxa de descarte involuntário e a taxa de descarte associado a problemas de locomoção foram significativamente reduzidas com a suplementação de OTM (Figura 8). As taxas de descarte involuntários foram reduzidas em 45% com a suplementação de OTM (19,4 *versus* 28,1%; $P < 0,01$) em comparação com porcas alimentadas com minerais inorgânicos. Este resultado sugere que com a suplementação de OTM os administradores das granjas conseguem obter maior flexibilidade de decisão, baseando os descartes em seus objetivos de reprodução.

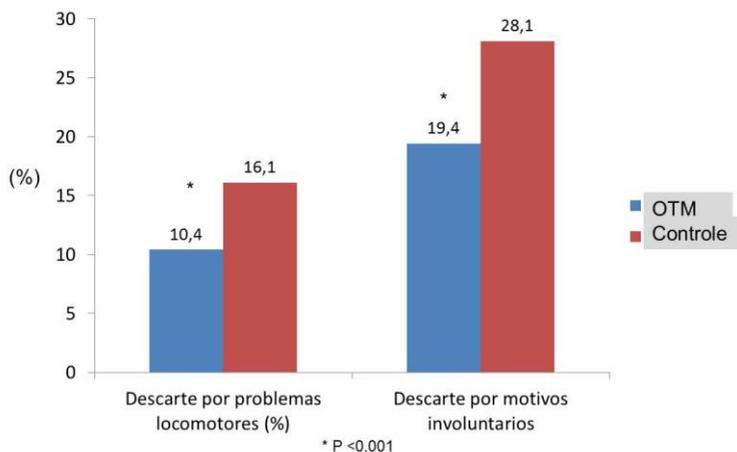


Figura 8. Motivos de descarte.

Para fêmeas de primeira gestação, as taxas de descarte ligadas a problemas de locomoção foram de 9,0 *versus* 13,8% (P < 01) para OTM e mineral inorgânico, respectivamente.

Outro problema evidente em granjas modernas é a taxa de mortalidade, que tem aumentado ao longo dos últimos 10 anos. Segundo a Administração Veterinária e Alimentar dinamarquesa, a mortalidade de matrizes em 2003 foi de aproximadamente 12% (Kirk et al., 2005). Portanto, a mortalidade de matrizes é um assunto importante e dispendioso para a granja de matrizes. Neste estudo, OTM reduziu a mortalidade em 21%, com 8,6% para as porcas alimentadas OTM *versus* 10,4% para as fêmeas controle (P = 0,08) (Figura 9).

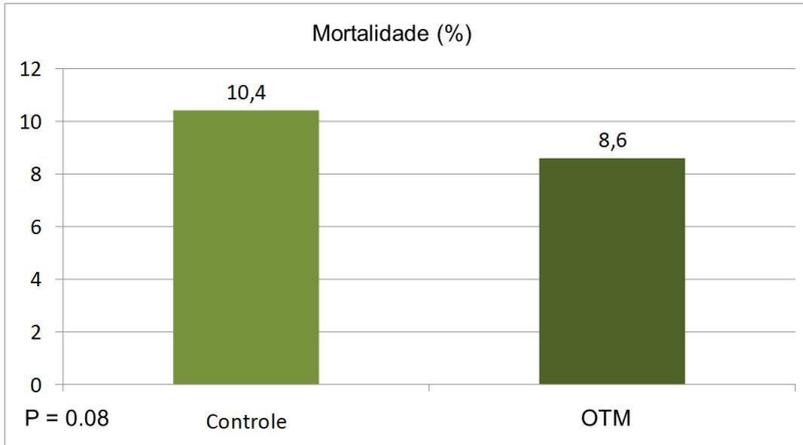


Figura 9. Mortalidade acumulada.

Em resumo, a suplementação com OTM é benéfica para a manutenção da saúde do esqueleto de matrizes, melhorando o bem-estar, confirmado pelas maiores taxas de sobrevivência ao quarto parto e menores taxas de descarte devido a problemas locomotores. Ao melhorar a função imunológica da matriz e a saúde em geral, a mortalidade foi reduzida drasticamente com a suplementação de OTM.

Resultados do efeito da suplementação de OTM em matrizes suínas no desempenho da progênie

Com o intuito de avaliar o efeito da nutrição mineral da matriz suína no desempenho de sua progênie, 1.200 leitões por tratamento foram selecionados de forma aleatorizada. Os animais foram acompanhados até idade de abate e alojados em grupos de 25 animais por baía.

Progênies de porcas alimentadas com OTM foram 11% mais pesadas aos 10 dias pós-desmame (8,09 vs 7,25 kg, $P < 0,01$), e permaneceram mais pesadas até o final do estudo (161º dia) (118,5 vs 116,5 kg, $P = 0,02$; Tabela 5). O resultado está de acordo com nossa hipótese e com a maioria dos estudos anteriores nos

quais progênies com maiores pesos ao nascer apresentaram igual ou melhor desempenho da creche até o abate.

Durante o período de creche (Figuras 10 e 11), progênies de matrizes do grupo OTM ganharam 14% a mais de peso ($P < 0,01$ Tabela, 3), consumiram 14% a mais ($P < 0,01$) e foram 2,5 kg mais pesados na saída da creche (25,2 vs 22,7 kg, $P < 0,01$) em comparação com o grupo controle.

Tabela 5. Peso ao mercado da progênie.

Idade pós desmama (d)	Peso da Leitegada de Fêmeas Controle	Peso da Leitegada de Fêmeas OTM	P
0	6,03	6,1	0.67
10	7,25	8,09	<0.01
21	11,61	12,77	<0.01
42	22,69	25,17	<0.01
70	46,59	50,43	<0.01
90	66,82	70,51	<0.01
119	90,43	93,28	<0.01

Progênie 2,85 kg mais pesada ao abate de matrizes com OTM.

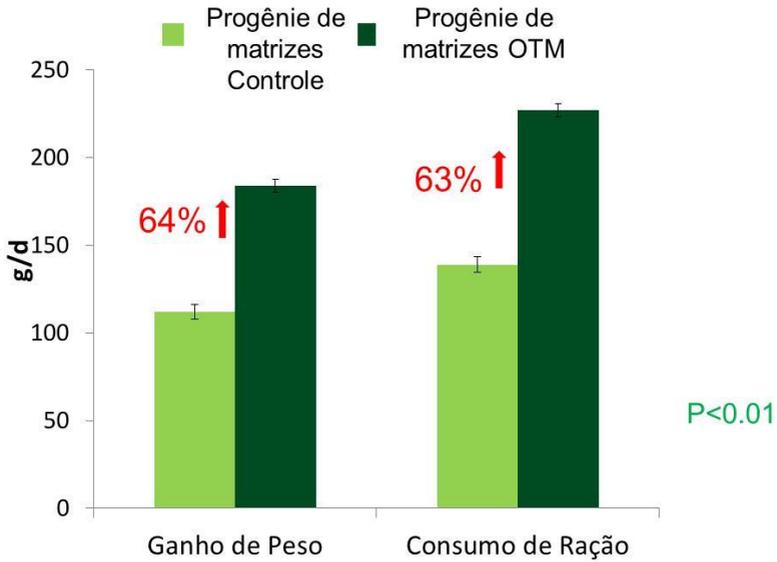


Figura 10. Desempenho da progênie (0-10 dias pós-desmama).

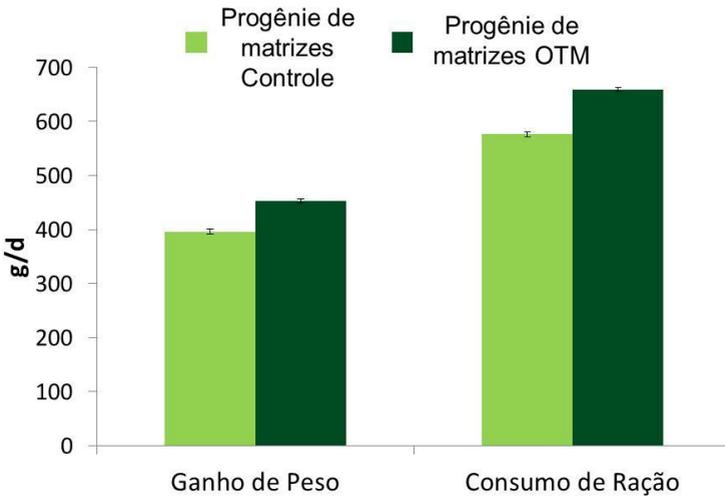


Figura 11. Desempenho da progênie (0-42 dias pós-desmama).

Considerando o período total (de 0 a 161 dias), progênie de porcas alimentadas com OTM apresentaram melhor ganho de peso ($P < 0,01$, Tabela 4), melhor consumo ($P < 0,01$) e tenderam a apresentar carcaças mais pesadas ($P = 0,11$, Figura 12) e maior área de olho de lombo ($P = 0,09$, Figura 13) em comparação com progênie de matrizes Controle.

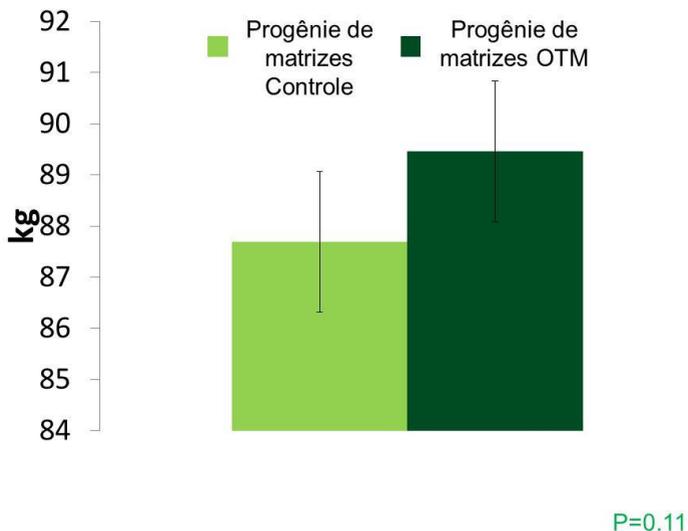


Figura 12. Peso da carcaça.

Desta forma, fica claro o impacto da nutrição mineral orgânica das matrizes no desempenho e qualidade de carcaça de suas progênie.

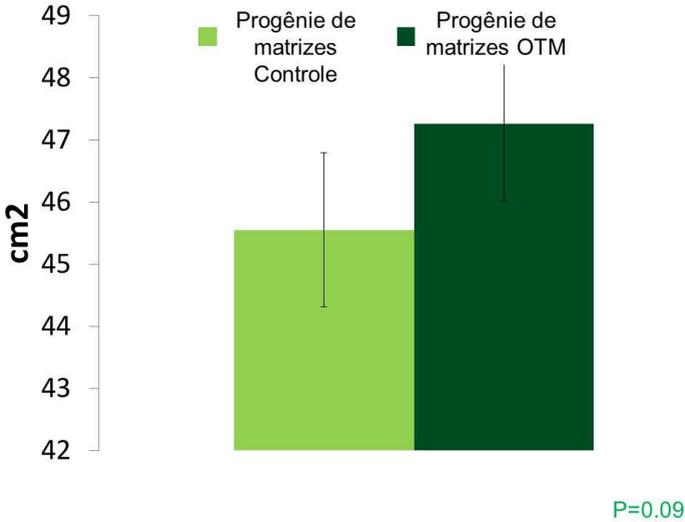


Figura 13. Área do lombo

Conclusões gerais

Os requerimentos nutricionais de micro minerais são estabelecidos em fases curtas (lactação, gestação, etc) sem considerar a vida produtiva como um todo e o desgaste da matriz ao longo do tempo. Além disso, existe a necessidade de se obterem resultados em granjas comerciais onde as condições ambientais são desafiantes. Considerando também que as recomendações nutricionais foram obtidas há décadas e com animais com produtividade significativamente inferior às atuais, a reavaliação das exigências de micro minerais se torna mais indispensável visto o profundo impacto em cada fase produtiva da matriz suína e em sua progênie. Portanto, há uma grande oportunidade para melhorar a lucratividade de operações suínícolas através do aprimoramento de sua estratégia nutricional micro mineral para matrizes.

Rações comerciais com níveis de micro minerais comumente usados na indústria resultam em uma perda considerável das reservas corporais de minerais, que é ainda mais acentuada em matrizes de alta produtividade. Devido ao papel fundamental de

minerais tais como Zn, Cu e Mn em diversas funções metabólicas e fisiológicas, essa perda pode ter consequências negativas na produtividade da matriz (estrutura óssea, longevidade, produtividade, etc) e da sua progênie.

O uso de OTM demonstrou vários benefícios ao longo da vida produtiva da matriz suína e teve um importante impacto no desempenho da progênie. O experimento reportado neste artigo evidencia claramente que aumentar a concentração de Zn, Cu e Mn com fontes inorgânicas acima dos requerimentos nutricionais (NRC) para “garantir” o desempenho adequado da matriz (o caso do grupo Controle neste experimento), como é usualmente praticado na indústria, é insuficiente. Desta forma, o uso de fontes mais biodisponíveis, como algumas fontes orgânicas de micro minerais, justifica sua relevância.

ZINCO E COBRE COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO PARA SUÍNOS

**PhD. Ricardo G. Esquerre, PhD. Junmei Zhao,
PhD. Robert Harrell**

Introdução

A manutenção da integridade e estado de saúde intestinal no leitão, assim como seu alto desempenho em fases subsequentes, são tarefas desafiantes para o produtor de suínos. Suinocultores usam varias ferramentas como moduladores do ambiente gastrointestinal tais como aditivos antimicrobianos que os ajudam a garantir resultados satisfatórios. A pressão pela eliminação do uso de antibióticos promotores de crescimento se agrava gradativamente e produtores são obrigados a procurar alternativas economicamente viáveis e efetivas. Zn e Cu têm sido usados como promotores de crescimento com sucesso faz algumas décadas. Ainda assim, o tema tem gerado um crescente interesse e a revisão dessa opção como estratégia para a manutenção da saúde intestinal e promoção de desempenho é garantida perante os novos desafios dos produtores brasileiros.

Os requerimentos nutricionais de Zn e Cu para suínos têm sido calculada em aproximadamente 100 e 10 ppm, respectivamente entanto que níveis maiores são comumente usados para algumas fases pela indústria suína. Zn é necessário para uma grande quantidade de funções biológicas, sendo parte estrutural de mais de 200 mataloenzimas em tanto que o Cu é um ativador para vários sistemas enzimáticos importantes. Ambos nutrientes são essenciais para funções relacionadas à reprodução, desenvolvimento e integridade óssea, imunidade, balanço oxidativo, integridade da pele e do intestino, etc. Em nutrição mineral de suínos, Zn e Cu têm recebido particular atenção devido a seu potencial como promotores de crescimento, efeito é considerado aditivo a promotores antibióticos (Figura 1).

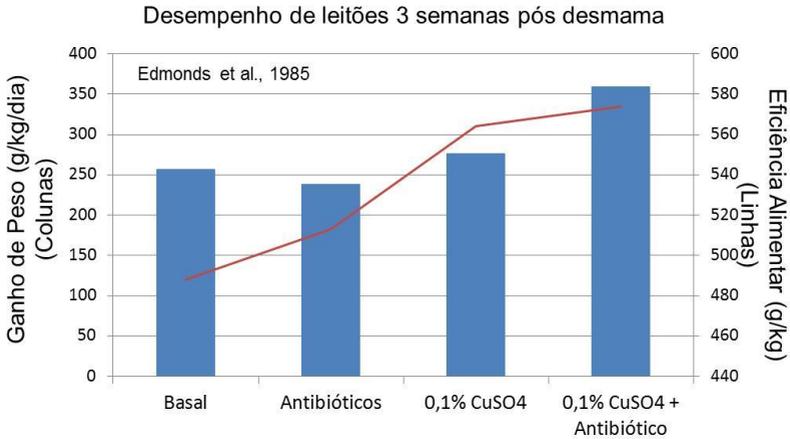


Figura 1. O efeito do cobre é considerado aditivo a antibióticos como promotor

Alguns problemas relacionado com o uso de Zn e Cu como promotores de crescimento

Minerais catiónicos na forma bivalente podem reagir com outras substâncias durante a transição de um pH ácido (gástrico) para o um pH próximo do neutro (intestinal). O ácido fítico tem uma alta afinidade principalmente por Cu e Zn, nessa ordem, e formas complexas insolúveis e resistentes à atividade hidrolítica de enzimas tais como fitases a pH intestinal. Por tanto, conceitualmente a adição de altas concentrações de esses minerais pode reduzir a efetividade da enzima fitase. Banks et al (2004ab) testou essa hipótese em frangos e em poedeiras e em ambos casos observou uma menor retenção de P quando 250 ppm de Cu foram suplementadas na forma de CuSO₄ e citrato de Cu. Porém, uso de Cu quelatado ou CuCl nessas concentrações não teve um efeito negativo na retenção de P.

Há uma preocupação constante pela possível contaminação de fontes inorgânicas de micro minerais com dioxinas ou DLS (Dioxin-like substances). No caso do CuSO₄, o Cu pode agir como catalisador na formação de DSL quando substancias aromáticas são submetidas a altas temperaturas na presença de cloro. A preocupação é ainda maior quando material reciclado de eletrônicos é usado na obtenção de Cu.

Metais pesados são substâncias altamente reativas promovendo a oxidação de vitaminas quando misturadas em conjunto em um premix vitamínico-mineral único. Essa característica dependerá da forma química do mineral e do mineral em questão. O Cu na forma de sulfato é altamente higroscópico, solúvel em água e altamente pró-oxidante. A substituição de CuSO_4 por fontes de Cu orgânicas a níveis de requerimento aumentam a vida média de várias vitaminas em até 65%. Concentrações farmacológicas de CuSO_4 podem reduzir significativamente a concentração hepática e sérica de Vitamina E (Luo et al, 2005). Cloreto de cobre tribásico (TCC) é menos reativo contra substâncias susceptíveis a oxidação em tanto que fontes orgânicas são consideradas mais inócuas.

A alimentação de animais traz como consequência à eliminação fecal da porção não biodisponível de nutrientes. Usualmente, dejetos suínos tem quantidades importantes de N, P, e Mg. Apesar do Zn e Cu estarem presentes em quantidades relativamente menores, existe uma preocupação pela possível acumulação desses metais pesados no meio ambiente. Zn e Cu são nutrientes necessários para a manutenção e crescimento de tecidos vegetais, mas a altas concentrações no solo podem causar fitotoxicidade. A utilização de Zn e Cu a níveis terapêuticos aumenta a concentração desses minerais em dejetos suínos tendendo a causar acúmulo no meio ambiente. Motivo pelo qual a comunidade europeia restringe o uso de fontes de cobre a 125 ppm em suínos em fase de creche e em 25 ppm para outras fases. No caso do Zn, alguns países do bloco tais como Alemanha, restringem seu uso terapêutico.

A taxa de acumulação de metais pesados no ambiente dependerá da taxa de aplicação, da taxa de eliminação causada pela retirada desses nutrientes na forma de produtos agrícolas, do tipo de cultura produzida, e do tipo de solo principalmente. Por exemplo, ambientes ácidos favorecem a maior mobilidade de metais no solo, enquanto condições de pH maiores a seis, favorecem a sua retenção. Porém, as formas solúveis de Zn e Cu, consideradas as formas mais fitotóxicas, prevalecem em solos ácidos comuns no Brasil. Geralmente, a transferência de Zn e Cu de água residuária de dejetos suínos (ARD) ao solo é comumente pouco expressiva em solo agrícola no curto prazo. Porém, a eliminação contínua de ARD teoricamente poderia causar problemas no solo e na água. Berenguer et al (2008) estudou o efeito da aplicação contínua de 51 m³ de ARD/ha/ano em solos com produção exclusiva de milho por um pe-

ríodo de 6 anos nos Estados Unidos. Nessas condições a concentração de Zn e Cu aumentou 11 e 32%, respectivamente (81,9 vs. 91,6 mg de Zn/kg; e 14,6 vs. 19,4 mg de Cu/kg). Esses níveis são muito baixos para causar fitotoxicidade e aproximadamente 250 anos de aplicação continuada de dejetos seriam necessários para atingir um nível de acumulação considerado tóxico. Giroto et al., (2007) observou teores de acumulação similares em solos brasileiros após 17 aplicações de até 80 m³ de ARD por há em um ano.

A preocupação por contaminação da água por metais pesados pode ser ainda maior principalmente em sistemas de produção de poço artesiano ou em granjas próximas de rios e lagoas devido a que à baixa tolerância de varias espécies de peixes à toxicidade por Zn e Cu.

No Brasil, veterinários de campo têm reportado casos de toxicidade por metais pesados em peixes criados nas proximidades de operações suinícolas com eliminação inapropriada de dejetos.

Benefícios e uso comercial de Zn e Cu como promotores de crescimento

Zinco na forma de óxido reduz a incidência de diarreias e melhora o desempenho de leitões de duas a quatro semanas pós desmama a níveis de pelo menos 1000 ppm otimizando resultados aproximadamente a níveis de 2,000 a 3,000 ppm. Em tanto que o Cu, quando usado na forma de CuSO₄ a 250 ppm de Cu, melhora ganho de peso em aproximadamente 12%, consumo de ração em 8% e conversão em 5% (Cromwell et al 1997). Dietas comerciais usualmente contem entre 100 a 250 ppm de Cu na forma de sulfato.

A combinação de ZnO e CuSO₄ a níveis farmacológicos resulta em um desempenho similar que quando ZnO é usado individualmente em muitos estudos. Porem, alguns autores reportam um efeito parcialmente aditivo na suplementação dos dois metais pesados a níveis farmacológicos (Shelton et al 2008; Figura 2).

Fase 1 (0 - 14d)	Controle	Cu	Zn	Cu+Zn	Zn
Fase 2 (15 - 42d)	Controle	Cu	Zn	Cu+Zn	Cu
Fase 0 - 14 d					
GDP (g/d)	0,145 a	0,181 b	0,213 bc	0,222 c	0,218 bc
Consumo (g/d)	0,222 a	0,263 b	0,259 ab	0,272 b	0,268 b
Conversão (g/g)	1,52 a	1,45 a	1,22 b	1,23 b	1,24 b
Fase 0 - 42 d					
GDP (g/d)	0,440 a	0,485 bc	0,472 b	0,494 bc	0,503 c
Consumo (g/d)	0,680 a	0,744 b	0,721 ab	0,762 b	0,753 b
Conversão (g/g)	1,54	1,54	1,52	1,54	1,5

Shelton et al., (2009)

Cobre (125 ppm de sulfato) e/ou Zinco (3,000 ppm de óxido) foi oferecido na fase 1 (0 – 14d pós desmama) e/ou fase 2 (15 – 42d pós desmama).

Figura 2. Efeito de Cu e/ou Zn como promotores em leitões.

Os dados de Shelton et al (2009) indicam que o efeito promotor do Zn é observado principalmente nas primeiras duas semanas pós-desmama e que seu efeito é numericamente superior ao Cu nessa fase. Posteriormente, ZnO perde sua vantagem gradativamente frente ao CuSO₄. Considerando o desempenho acumulativo nas duas fases, a estratégia com o melhor desempenho foi o uso de ZnO nas primeiras duas semanas, e o uso de Cu como promotor dos 15 aos 42 dias pós-desmama.

A pesar da grande quantidade de informação gerada sobre o tema, os mecanismos de ação do Zn como promotor de crescimento não são conhecidos na sua totalidade.

O período das primeiras semanas pós-desmame é caracterizado por ser particularmente estressante e imunossupressor para o leitão devido à separação física da matriz, a mudança abrupta de uma alimentação láctea a uma alimentação sólida com alta concentração de cereais e proteínas complexas que em conjunto com um trato digestivo imaturo, resultam em dano estrutural intestinal caracterizada por menor altura de microvilosidades intestinais, maior profundidade das criptas e uma queda na atividade enzimática intestinal. O ZnO a dosagens farmacológicas pode reduzir o impacto negativo do desmame na estrutura gastrointestinal aumentando a lar-

gura da mucosa intestinal, a altura e largura das microvilosidades, e reduzindo a profundidade das criptas intestinais. Porém, Jensen et al (1998) avaliaram esses parâmetros morfológicos aos 63 dias pós desmama sem observar diferenças entre os grupos controle e o grupo de leitões com ZnO indicando que o efeito positivo do ZnO em parâmetros relacionados com integridade estrutural intestinal pode ser característica da fase de adaptação pós-desmama.

Cario et al (2000) observou que a capacidade de regeneração epitelial intestinal *in vitro* aumenta com a presença de ZnO exógeno. IGF-1 é uma proteína endócrina que regula o crescimento e desenvolvimento celular e que pode contribuir na reparação tissular intestinal. Li et al (2010) observou um aumento na concentração da expressão do gene IGF-1 intestinal em intestinos de leitão alimentados com altas concentrações de ZnO. De qualquer forma, a adaptação intestinal é praticamente completa duas semanas pós-desmama o que também sugere que o benefício de ZnO como promotor pode ser menor após essa fase.

O Zn, apesar de ser um nutriente importante, a altas concentrações é tóxico para diversos microorganismos. Existem vários mecanismos pelos quais alguns micróbios podem resistir altas concentrações de metais pesados. Essa resistência é espécie específica e por tanto ZnO pode ter um efeito importante nas características da microbiota intestinal ao favorecer ou inibir o crescimento de um grupo de bactérias em particular. Porém, os mecanismos pelos quais ZnO modifica a microbiota gastrointestinal não são ainda conhecidos. Vários estudos indicam que ZnO não inibe o crescimento de *E. coli* enteropatogênica diretamente. Roselli et al (2003) sugeriu que a capacidade de adesão de *E. coli* em células intestinais decresce na presença de Zn. Vahjen et al (2011) observaram maior susceptibilidade de Gram positivas à ZnO, um aumento na quantidade de espécies presentes no intestino (diversidade), e um aumento em *Enterobacteriaceae* que conceitualmente gerariam maior competição entre bactérias controlando o crescimento de *E. coli* enteropatogênica indiretamente.

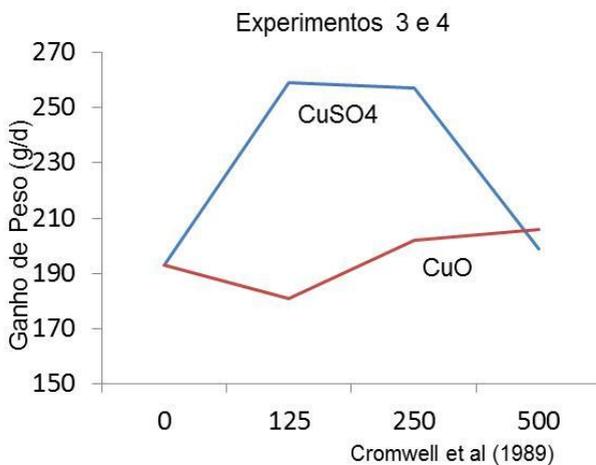
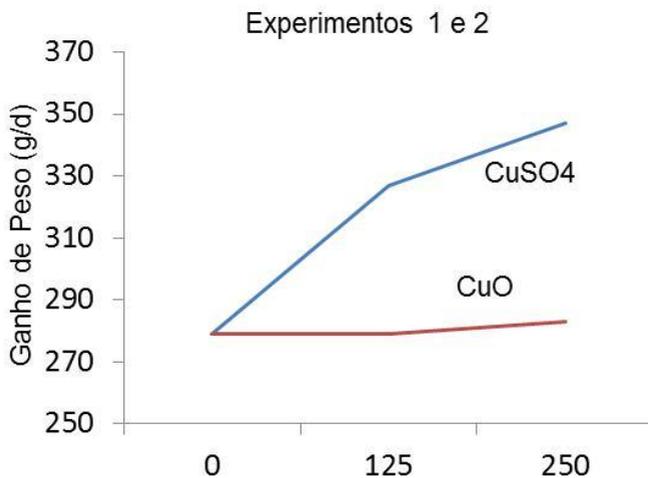
Outros mecanismos que poderiam contribuir ao efeito promotor de desempenho do ZnO são o aporte nutricional de Zn em uma fase na qual baixo consumo de ração é observado junto com uma mudança para uma dieta com fontes de Zn menos biodisponíveis, a redução na resposta histamínica do Zn no intestino e por

tanto da ativação imunológica intestinal, um aumento na atividade enzimática intestinal, e um aumento em consumo de ração.

Resultados sobre o efeito de diferentes fontes de Zn como promotor de crescimento têm sido variáveis. Um menor tamanho da partícula do ZnO e um aumento na superfície de contato com o meio ambiente gastrointestinal parecem favorecer à efetividade do ZnO para exercer seu efeito promotor. Porém, mais pesquisas precisam ser desenvolvidas para entender melhor como partículas menores e com alta superfície de contato podem oferecer a possibilidade de reduzir a quantidade total de Zn necessária para otimizar resultados.

Os mecanismos pelos quais o Cu exerce seu efeito promotor de crescimento a níveis farmacológicos são vários e não bem conhecidos. Não obstante tradicionalmente seus benefícios são atribuídos principalmente ao efeito antibacteriano de altas concentrações de Cu, um metal pesado potencialmente tóxico para diversos microorganismos, no meio ambiente gastrointestinal. Vários estudos têm reportado mudanças nas características das populações bacterianas no intestino de suínos e seus dejetos. Hojberg et al (2006) comparou o efeito de ZnO e CuSO₄ na microbiota gastrointestinal. O uso de ZnO como promotor reduziu populações comensais de Gram positivas sem alterar Gram negativas potencialmente patogênicas, e reduziu a atividade total bacteriana intestinal provavelmente indicando um menor número de bactérias intestinais totais. Entanto que o uso de CuSO₄ teve um efeito comparativamente menor a ZnO caracterizado principalmente pela inibição no crescimento de Gram negativas coliformes sem reduzir a quantidade total de bactérias. Muito provavelmente, além do efeito modulador da microflora intestinal, existem outros mecanismos de ação que podem explicar as respostas de altos níveis dietéticos de CuSO₄ em desempenho observadas em campo e em experimentos controlados.

Cromwell et al (1989) comparou em quatro experimentos a resposta de suínos a vários níveis de duas fontes de Cu, o altamente solúvel CuSO₄ e CuO de baixa biodisponibilidade (Figura 3).



O cobre promoveu o desempenho de leitões em sua forma de sulfato entanto que suplementado como óxido, uma forma menos biodisponível, não foi eficaz mesmo a altas concentrações

Figura 3. Efeito da suplementação de duas fontes de cu a níveis farmacológicos.

A fonte mais biodisponível do mineral, o CuSO_4 , foi eficiente em promover o desempenho de leitões, em tanto que o uso CuO foi ineficiente mesmo a um nível de 500 ppm. Os autores atribuíram esse resultado a diferença em solubilidade entre as duas fontes de Cu .

Zhou et al (1994) injetou histidinato de Cu por via intravenosa simulando a quantidade de Cu sérica atingida em suínos alimentados com CuSO_4 a dose farmacológica (10-20 mg/d). O histidinato de Cu é um complexo de Cu altamente biodisponível e é uma das formas de transporte desse mineral no sangue. Neste experimento, o Cu não foi introduzido via oral e por tanto não teve contato com o meio ambiente gastrointestinal ao ser introduzido por via parenteral. Suínos com infusões de histidinato de Cu apresentaram maiores níveis hepáticos, séricos e intra-cerebrais de Cu junto com efeitos característicos de Cu como promotor de crescimento tais como melhor ganho se peso e conversão alimentar (Figura 4)

(1-18d após desmama)	Ganho de peso (g/d)	Consumo (g/d)	Conversão alimentar	Peso relativo do lombo (g/kg)
Controle	297	596	2,01	11,7
Cu injetado I.V. (10-20 mg/d)	356	596	1,67	12,8
Valor de P	<0,05	NS	<0,05	<0,05

W. Zhou, et al 1994a

Cobre promoveu o desempenho de leitões mesmo sem passar pelo intestino o que sugere um mecanismo sistêmico independente de um efeito antimicrobiano intestinal

Figura 4. Efeito sistêmico do cobre como promotor de crescimento.

Os resultados de Zhou et al (1994a) indicam que Cu oferecido a níveis farmacológicos tem um efeito sistêmico profundo que resulta em um melhor desempenho em suínos. O aumento observado no peso do lombo sugere estimulação direta no desenvolvimento muscular. Em outro experimento o mesmo grupo de pesquisadores reportou um aumento na concentração sérica de hormônio de crescimento (GH) em resposta a altas concentrações dietéticas de CuSO_4 (Zhou et al., 1994b). Em várias publicações, uma parte do benefício observado do Cu como promotor é justificada pelo aumento

em consumo de ração. Pau et al (1986) observou maiores níveis séricos de neuropeptídeo Y, um conhecido estimulante do apetite.

Em outro ensaio, Zhou et al (1994a) obteve amostras de soro de suínos submetidos a infusões de histidinato de Cu 6, 12, e 18 dias após infusão, e amostras de soro de suínos controle com unicamente 8,2 ppm de Cu na dieta. Ambas as fontes de soro foram usadas como meio de cultura de células musculares esqueléticas (mioblastos) e a capacidade de replicação dessas células foi avaliada (capacidade mitogênica; Figura 5).

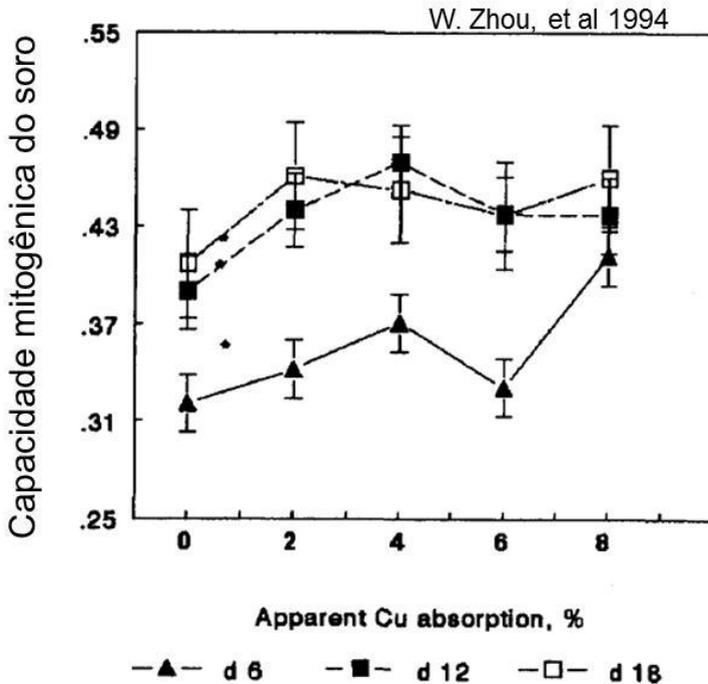


Figura 5. Soro de suínos com cobre teve maior capacidade mitogênica.

A capacidade mitogênica de células musculares aumentou significativamente quando foram expostas a soro de suínos com infusões de histidinato de Cu. Os fatores de crescimento presentes nesse soro que explicariam a diferença em padrão de crescimento são desconhecidos, porém a alta concentração de peptídeos promotores de crescimento tais como GH reportado pelo mesmo grupo de pesquisadores explicaria pelo menos parcialmente essas observações.

A porção de cobre que não é rapidamente absorvida na mucosa intestinal pode formar sais de hidróxido e/ou sulfídicas menos eficientes como bactericidas. Da mesma forma, uma porção abundante pode reagir com um universo de substâncias no intestino (fibra, fitatos, outros minerais, proteínas, etc) formando complexos insolúveis menos absorvíveis, ou constituindo complexos solúveis, mas de alto peso molecular (> 5000) que reduzem a velocidade de absorção (Pang e Applegate, 2007). Conceitualmente, o Cu pode ser absorvido parcialmente no intestino, atingir o sangue e o fígado, ser eliminado por via biliar na forma de Cu solúvel atingindo o intestino novamente provavelmente desempenhando uma função antibacteriana local e potencialmente sendo absorvido novamente. A recirculação hepática de minerais tais como Mn tem sido comprovadamente importante fisiologicamente para minerais de baixa biodisponibilidade tais como o Mn. A possível importância da via entero-hepato-biliar para o efeito do Cu como promotor de crescimento precisa ser quantificada em experimentos subsequentes.

Em conjunto, os dados discutidos sugerem que a absorção intestinal da fonte de Cu quando usada a níveis farmacológicos, e por tanto sua biodisponibilidade, é importante para desempenhar-se como promotor de crescimento. Vários reportes indicam que algumas fontes de Cu tais como carboneto de Cu, complexo Cu-Lisina, e TCC (cloreto de cobre tribásico) são eficazes promotores de crescimento a dosagens similares às usadas com CuSO₄. Em tanto que formas pouco biodisponíveis tais como óxido ó sulfito de Cu, não produzem efeitos satisfatórios.

Os resultados do uso de minerais orgânicos como fontes presumivelmente mais biodisponíveis de Cu com fins de promotor de crescimento têm sido variáveis quando comparada com CuSO₄. Alguns estudos mostram efeitos similares a CuSO₄ entanto que outros reportam resultados superiores. Quando avaliarmos esse tio

de experimentos é importante considerar o tipo de mineral orgânico usado. Quimicamente os minerais orgânicos podem estar ligados a proteínas simples ou complexas (proteínatos), a aminoácidos definidos (por exemplo, lisina-quelato, metionina-quelato, glicina-quelato, etc), a alfa-ceto ácidos (HMTBA-quelato), etc. Cada molécula tem características diferentes, tais como estabilidade a pH, solubilidade, etc, e uma bioeficácia diferente (Richards et al., 2008). Por tanto, quando comparar os resultados obtidos em experimentos com minerais orgânicos, identificar o tipo de molécula usada ajuda a eliminar esse fator ao tirar conclusões.

Nosso grupo de pesquisa tem trabalhado particularmente com o 2HMTBA-quelato. Duas estratégias foram avaliadas. A primeira consiste em substituir 50% do Cu total por Cu orgânico mantendo o restante 50% na forma de sulfato (Figura 6).

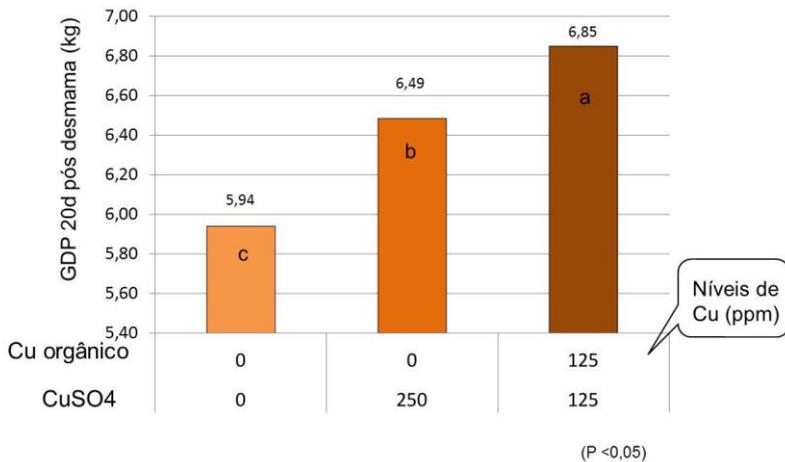


Figura 6. Efeito de Cu uma mistura de Cu orgânico com sulfato de Cu 50% a níveis farmacológicos.

Nessas condições, o desempenho de leitões foi significativamente melhor quando 125 ppm de Cu eram de fonte orgânica e 125 ppm de CuSO₄, comparado com o grupo com 250 ppm de Cu na forma de sulfato.

A segunda estratégia consiste em reduzir a quantidade total de Cu substituindo a fonte de Cu por uma fonte orgânica. Nesse experimento, suínos na fase de crescimento e terminação foram alimentados com vários níveis de Cu orgânico (Figuras 7, 8, 9 e 10).

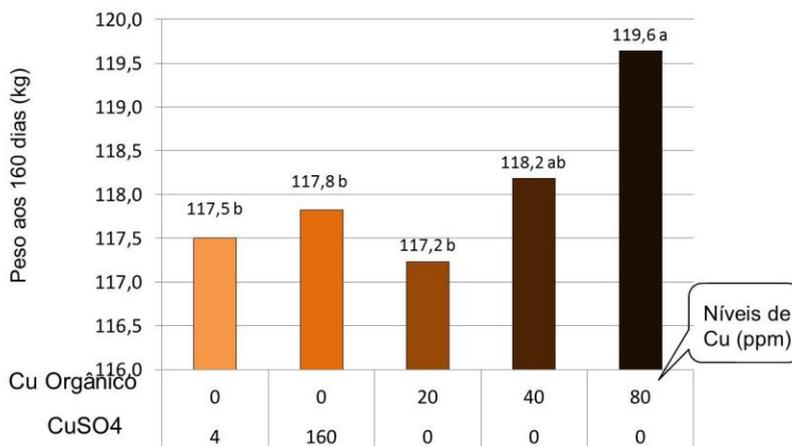


Figura 7. Efeito de Cu orgânico em peso corporal.

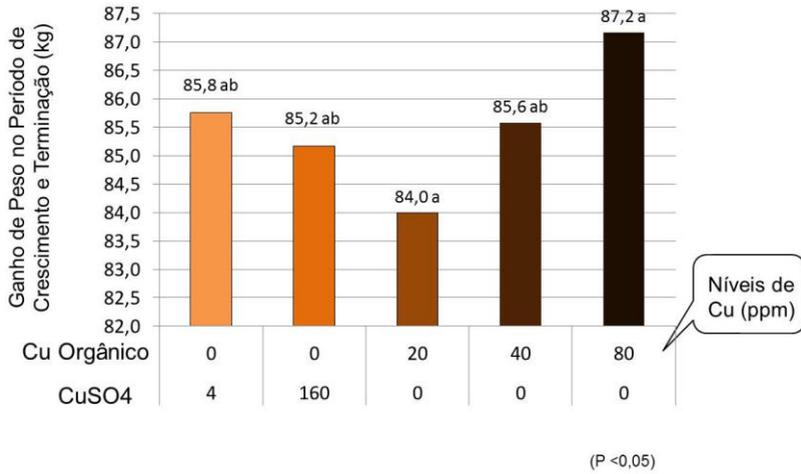


Figura 8. Efeito de Cu orgânico no ganho de peso.

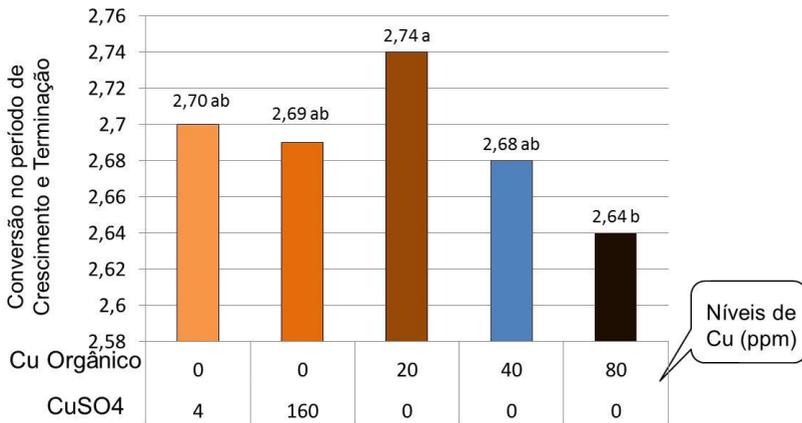


Figura 9. Efeito de Cu orgânico em conversão.

	Controle 4 ppm	CuSO4 160ppm	Cu Orgânico 20ppm	Cu Orgânico 40ppm	Cu Orgânico 80ppm	Valor de P
Peso da Carcaça	88,13a	88,24a	88,13a	88,13a	90,57b	0,006
Diâmetro do lombo, mm	55,73 c	55,19 c	55,96 bc	56,64 abc	58,12 a	0,008

Figura 10. Efeito de Cu orgânico na carcaça.

Os resultados deste experimento claramente indicam que é possível reduzir a concentração total de Cu até 80 ppm com o uso de fontes mais biodisponíveis de Cu obtendo melhores resultados que com 160 ppm de CuSO₄, comumente usados pela indústria nessa fase. Esta recomendação reduziria substancialmente a quantidade de Cu nas excretas.

Conclusões

A utilização de Zn e Cu como promotores de crescimento é uma ferramenta valiosa para produtores de suínos principalmente em um cenário de pressões constantes para a redução do uso de antibióticos a níveis subterapêuticos no Brasil. Há vários inconvenientes no uso desses nutrientes a altas concentrações. Porém, devido a alguns de seus mecanismos de ação brevemente discutidos neste artigo, é possível fortalecer um programa promotor de crescimento com Zn e Cu com resultados satisfatórios limitando a quantidade total de Zn e Cu oferecida. Por exemplo, na maioria dos casos, no período de creche, ZnO pode ser oferecido a níveis terapêuticos unicamente nas duas semanas subsequentes à desmama. Nessa fase, fontes de ZnO de partículas finas e/ou de maior área de contato com o meio ambiente intestinal podem ser avaliadas como possíveis ferramentas para reduzir a quantidade total de ZnO sem perder desempenho. Após esse período, o Cobre pode ser usado a dose farmacológica sem a presença de ZnO como promotor. Com a finalidade de reduzir a quantidade de Cu total da ração obtendo resultados satisfatórios, algumas fontes de Cu orgânico podem ser usadas a níveis de 80 ppm desde a retirada de ZnO-promotor até o abate. O resultado de esse exemplo de programa pode reduzir vários dos inconvenientes associados com o uso de ZnO e CuSO₄ a altas dosagens tais como eliminação de metais pesados ao meio ambiente,

com resultados zootécnicos satisfatórios. O melhor entendimento dos mecanismos de ação desses metais permitirá a produtores desenhar programas mais adequados aos comumente usados na indústria.

GESTÃO AMBIENTAL DAS GRANJAS DE SUÍNOS

Clenoir Antonio Soares

Administrador Rural, Engenheiro Agrônomo, MBA-FGV em Gestão de Agronegócio, Engenheiro de Segurança do Trabalho e Coordenador Ambiental da Cooperativa Agroindustrial Alfa – COOPERALFA de Chapecó – SC – Brasil clenoir@cooperalfa.com.br

Introdução

A gestão ambiental de granjas de suínos é bastante complexa, a seguir trataremos sobre a influência da água no efluente (dejeito). O dejeito de suíno é um resíduo da produção suinícola usado como biofertilizante em lavouras, pastagem e reflorestamento. No entanto, para que este produto tenha qualidade e atue efetivamente como adubo orgânico, com capacidade de suprir as necessidades nutricionais das culturas, precisa dispor de alta concentração dos elementos Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) em sua composição. Pelas dificuldades de manejo do efluente existentes nas granjas de suínos (100% lagoas descobertas e extensa área de captação), especialmente ocasionada pela mudança climática dos últimos anos, a qualidade do biofertilizante tem sido comprometida, pois a sua densidade é afetada pelo excesso de água que entra no sistema de manejo de dejetos. O sistema de manejo atual (lagoas abertas) também dificulta o processo de distribuição dos dejetos nas lavouras pelo alto custo de manutenção dos equipamentos e falta de mão-de-obra. Nas granjas de suínos da COOPERALFA, situadas nos municípios de Palma Sola (extremo-oeste catarinense) e Ponte Serrada (oeste catarinense) equipamentos foram instalados para monitorar e aferir a vazão diária de dejetos, comparando com o volume de chuva ocorrido e a interferência da entrada de água captada nos pavilhões das criações para o sistema de armazenagem. Com a implantação do medidor de vazão (Calha Parshal) busca-se a melhor gestão e manejo dos efluentes das granjas.

Materiais e métodos

O órgão licenciador da atividade suinícola em Santa Catarina, a Fundação do Meio Ambiente – FATMA estabelece 50m³ de efluente (dejeito de suínos) por hectare/ano como limite máximo de distribuição. Para o licenciamento da atividade é estabelecido que a granja possuísse área de armazenagem do efluente com tempo mínimo de retenção de 120 dias.

Na granja de Ponte Serrada, foi realizado monitoramento com a calha Parshal, com leitura realizada sempre às nove horas, durante 24 horas num período de 20 dias, no sítio três, aonde animais chegam com peso de 25 kg e saem com 120 kg, com lotação de 2000 animais. Foram obtidos os dados: vazão média de dejetos de manejo interno das pocilgas de 35,4 m³ por dia, totalizando um volume de 708 m³; a precipitação registrada no período foi de 136 mm, a leitura da vazão registrada na calha Parshal foi de 1.843 m³. A diferença obtida entre o volume total de dejeito do manejo interno da pocilga e a vazão registrada no medidor foi de 1.135 m³.

Para cada m³ de efluente que entrou na lagoa, houve um acréscimo de 1.6 m³ de água. Para cada mm de chuva ocorrida no período registrou-se um adicional de 8,35 m³ no efluente. Entrou no sistema de manejo de dejeito 60% a mais de água da chuva; o custo inicial de distribuição através de bomba elétrica (25 cv) com capacidade de recalque até 60 mca (metro de coluna de água) é de R\$ 2,70 o m³, com a aquisição do motor diesel Mercedes com 140 HP, o custo médio do manejo passou para R\$ 1,30 o m³. Transportar esse efluente a uma distância de até 8 km utilizando caminhão chorumbeiro é sete vezes mais caro que a fertirrigação por bombeamento com motores a diesel e elétrico.

Conclusão

Com os resultados obtidos através da calha Parshal, identificamos que o custo do manejo é influenciado diretamente pela existência ou não de sistema de coleta da água pluvial dos galpões, escoamento da área livre do entorno e área de captação das lagoas. Comparando o manejo da granja de Palma Sola que possui Biodigestores, coletores de águas pluviais dos telhados, separação do sólido por decantação da água dos bebedouros, constatou-se que são necessárias melhorias para reduzir despesas e melhorar a gestão do processo de manejo de efluente na granja de Ponte Serrada. As medidas de correções sugeridas são: instalação de sistema de drenagem no terreno e coleta da água da chuva dos telhados. Quando ocorre a entrada de água nas lagoas de armazenamento, temos a diminuição do percentual de matéria seca alterando a densidade do efluente dificultando o gerenciamento do manejo do biofertilizante nas áreas de terra, onde o volume máximo permitido pela FATMA de 50 m³ por hectare/ano dificulta a gestão do processo de manejo do efluente. O excesso de chuvas ocasiona a alta diluição dos nutrientes, indicando uma necessidade de maior volume de aplicação por área, conforme necessidade da cultura.

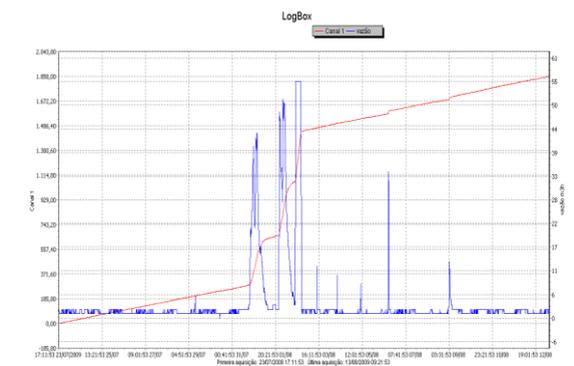


Figura 1. Indicador de Medição - Calha Parshal

Referências bibliográficas

Gestão Ambiental na Suinocultura / Editor Técnico / Milton Antonio Seganfredo - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007 302 p.

Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Comissão de Química e Fertilidade do Solo– RS/SC. Porto Alegre, 2004.

Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos/ Marcos Antonio DaiPra...(et al.) – Porto Alegre; editora Evangraf Ltda, 2009 144p.

Instrução Normativa – IN 11 da FATMA, Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. Com formulários incluídos em 24/08/2010.

BEM-ESTAR DE SUÍNOS: DO CONCEITO À PRÁTICA E A CERTIFICAÇÃO

Dra. Rosangela Poletto

Médica Veterinária, Ph. D

Introdução

Mundialmente, a China possui o status de maior produtor de carne suína (52.500 milhões de toneladas), responsável por 50,2 % da produção de carne suína do planeta (USDA-FAS, 2011). O alto preço e um aumento na demanda por carne suína têm estimulado a expansão de granjas chinesas modernizadas e mais eficientes (USDA-FAS, 2011). A União Européia (principalmente Alemanha, Espanha e França) é o segundo maior produtor de carne suína, produzindo 22.900 milhões de toneladas (USDA-FAS, 2011). Uma aceleração da indústria suinícola Européia está prevista a acontecer devido à reestruturação do setor decorrente da implementação de novas legislações, onde granjas menores, ineficientes e produções de “fundo de quintal” abandonam a atividade. Os Estados Unidos mantêm a terceira posição no ranking, com 10.259 milhões de toneladas (USDA-FAS, 2011). O Brasil e a Rússia são considerados países em ascensão na produção de carne suína, ocupando o quarto e quinto lugar no ranking mundial, respectivamente (BR 3.275 milhões de toneladas, Rússia – 1.910 milhões de toneladas). Os principais países importadores de carne suína são o Japão, Rússia, México e Coréia do Sul, respectivamente, e os maiores exportadores são os Estados Unidos, União Européia, Canadá e Brasil, respectivamente (USDA-FAS, 2011).

A globalização, a tecnificação da produção e a logística do processamento suinícola tem permitido o setor atender às ascendentes demandas globais por proteína animal, de modo a minimizar os índices de enfermidades dentre os rebanhos e maximizar a produtividade. No entanto, esses fatores têm levado à redução no número de granjas produtoras de suínos. Nos Estados Unidos, por exemplo, o número de granjas de suínos em 2006 era um quarto do total de granjas reportado em 1990, ou seja, reduziu de 268.140 para 65.940 granjas (NAHMS, 2006). Esta diferença, provavelmente,

tem se intensificado até o presente. A ênfase em operações de alta escala tem levado à decadência das granjas de suínos com base familiar e, em menor número, nas granjas maiores. De uma forma geral, a produção suinícola moderna tem como principais vantagens a possibilidade de criar um número maior de animais por área (m²), e redução dos custos de manutenção. Além disso, permite que os tratadores tenham um maior controle através da monitoração dos animais e ajuste dos cuidados e das práticas de manejo. No entanto, paralelo a essa intensificação da produção suinícola, há um crescente questionamento e preocupação do mercado consumidor, principalmente, oriundos de países da desenvolvidos, com as práticas de produção animal pertinentes à segurança do produto final e ao bem-estar animal. No Brasil, tanto a mídia como uma parcela dos consumidores também tem mostrado um interesse crescente sobre esses tópicos. Por sua vez, a implementação de programas de certificação da cadeia agroindustrial, tanto públicos como privados, certamente contribuirão para o aumento da credibilidade deste mercado progressivamente mais exigente e informado, além disso, agregará valor ao produto que atenderá as novas tendências.

As questões de bem-estar animal tem sido controversas, desde o início da área na década de 60 na Europa, quando o livro "*Animal Machines*" (Animais Máquinas), escrito pela britânica Ruth Harrison (1920–2000), foi publicado. O livro descrevia detalhes dos métodos e forma de criação dos animais nos sistemas intensivos modernos de produção. A partir daí, formou-se o Comitê Brambell (atualmente conhecido como Conselho de Bem-Estar de Animais de Produção do Reino Unido) em 1965, sendo o responsável pela elaboração das "Cinco Liberdades", que serão discutidas posteriormente neste artigo. Além disso, o comitê deu iniciativa ao desenvolvimento de normas para a criação animal e estimulou a expansão da área acadêmico-científica em bem-estar animal, devido à necessidade de embasamento científico para a elaboração da mesma.

Conceito de bem estar animal

O Bem estar animal, que pode variar de bom para pobre ou reduzido, num contexto geral é definido como um conjunto de conceitos que incluem os estados naturais, mentais e físicos, e levam em consideração a consciência e as necessidades dos animais, respeitando as “Cinco Liberdades”. Um conceito bem aceito de bem-estar é aquele descrito pelo Professor Don Broom (1986) que define que “o bem-estar de um indivíduo é representado pelo seu estado em relação às tentativas de adaptação ao seu ambiente”. O processo de adaptação a um ambiente aversivo, o qual pode ser social, físico, ou de manejo, por exemplo, é primeiramente mediado por mecanismos fisiológicos e comportamentais. Estes mecanismos, que são desencadeados em resposta a eventos estressantes, são considerados como estratégias de adaptação. Outro cientista renomado, a Dra. Marian Dawkins (1980) define que “importar-se com o bem-estar significa preocupar-se com os sentimentos subjetivos dos animais, particularmente com relação à sentimentos subjetivos desagradáveis como a dor” (consciência).

Animais de produção são seres sencientes, ou seja, possuem a capacidade de percepção, tanto de sentimentos negativos do meio, como medo, frustração, calor, fome e sede, quantos sentimentos positivos, como conforto, contentamento e prazer. O sofrimento, indiferentemente de sua causa e, principalmente quando desnecessário, é um dos indicadores mais significativos de um estado pobre de bem-estar animal (Duncan and Dawkins, 1983). Existem também aqueles que enfatizam a importância dos animais terem a oportunidade de realizar seus comportamentos naturais Kiley-Worthington (1989). Um exemplo clássico em suínos é fornecer palha a porca prestes a parir para que possa construir um “ninho”. Ainda há contradições no que se diz respeito ao bem-estar e a função direta de alguns comportamentos, como por exemplo, o “mascando em falso” comumente observado em porcas mantidas em celas de gestação, e comportamentos oro-nasais direcionados a membros da leitegada (chamado *belly-nosing* em inglês). Etologia é a ciência que estuda o comportamento animal, suas causas, e funções biológicas num contexto evolucionário, no habitat natural, ou o comportamento de animais vivendo em ambientes comuns às práticas de produção.

Definindo as “cinco liberdades”

As definições das “Cinco Liberdades” têm como objetivo guiar práticas de criação que buscam prezar pelo bem-estar animal, e devem ser consideradas por aqueles que estão diretamente envolvidos com o manejo e cuidado diário dos animais, como gerentes e funcionários de granjas, veterinários, zootecnistas, entre outros técnicos. Elas enfatizam as necessidades básicas dos animais que, se preenchidas asseguram um estado apropriado (bom) de bem-estar, prezam pela saúde e otimizam a produtividade animal.

As liberdades determinam que os animais devam estar:

1. livres de sede, fome e má nutrição, dando acesso livre à água fresca e a uma dieta correspondente a fase de produção que atenda as necessidades nutricionais;
2. livres de desconforto, providenciando um ambiente adequando com acesso a abrigo e área confortável e seca para descanso;
3. livres de dor, ferimentos, e doenças através de meios de prevenção, com rápido diagnóstico e tratamento;
4. livres para expressar comportamento normal, dando acesso a espaço físico suficiente, condições de moradia apropriadas e a companhia de outros animais da mesma espécie;
5. livres de medo e estresse por meio de condições e práticas de manejo que minimizam o estresse e evitam sofrimentos físicos e mentais.

Para suínos criados com fins produtivos, as liberdades de fome, sede e má nutrição são cuidadosamente monitoradas na maioria dos casos devido ao impacto negativo e direto que o manejo inapropriado destes fatores tem na produtividade. No entanto, a liberdade da fome é questionável em alguns sistemas de produção, principalmente, de porcas gestantes, onde os animais são mantidos num regime restrito de alimentação (acesso e quantidade limitada). Sistemas de produção intensivos e alguns sistemas ao ar livre são consideravelmente eficientes em providenciar aos animais condições apropriadas de alojamento (protegendo os animais das intempéries e predadores), e que respeitem a taxa de lotação. Além disso, os animais são raramente alojados isoladamente, a menos que seja por recomendação veterinária. No entanto, há bastante espaço para melhorias na questão do “conforto”, onde se devem priorizar as estruturas de piso que minimizem escoriações e lesões de pernas e

cascos, e que sejam monitoradas e limpas com frequência para que áreas preferencialmente secas estejam disponíveis. Quando viável, deve-se fazer o uso de substratos como palha de arroz, azevém, ou maravalha como cama para melhorar o nível de conforto dos animais.

As necessidades referentes à liberdade número três, da mesma forma que no número um, são monitoradas com atenção, principalmente no que se diz respeito a doenças e ferimentos, pois ambos são causadores de perdas econômicas significantes. O uso de programas de vacinação e manutenção adequada dos alojamentos é essencial para garantir que estas necessidades sejam atendidas. O monitoramento da dor não é um procedimento simples, e muitas vezes sinais clínicos decorrentes da mesma passam despercebidos. A castração de suínos é considerada um tópico polêmico entre a comunidade internacional de bem-estar por ser um procedimento cientificamente provado que causa dor. A União Européia tem proibido a castração de leitões sem o uso de anestesia local, e outros baniram totalmente a castração e optaram por mandar suínos para o abate antes de atingirem a puberdade. Há um movimento do setor privado na União Européia para proibir a castração até o ano de 2018. Medo e estresse (número quatro) também são problemas frequentes e induzidos por procedimentos de manejos aversivos, como o uso constante e muitas vezes abusivo do bastão elétrico, levantar, carregar ou arrastar suínos pelas orelhas e/ou rabo, entre outras interações humanas inapropriadas, como abuso físico intencional e gritos durante manejo diário dos animais, transporte e abate. Todos esses fatores levam a uma redução do bem-estar dos animais, induz estresse constante o que causa imunossupressão e por consequência uma maior predisposição às doenças e enfermidades. Das “cinco liberdades”, a mais limitada na produção intensiva de suínos, é a de número cinco; espaço físico limitado – celas de gestação e maternidade, sem elementos com os quais possam interagir (ex. cordas e correntes, substratos), e alojamentos com superlotação (sem espaço para deitar ou levantar sem se sobrepor a outros), impedem que os suínos possam realizar vários dos comportamentos naturais característicos da espécie (ex. forragear, explorar, construção de ninho, interação social).

Perante os olhos de muitos, modelos de sistemas de produção e as respectivas práticas utilizadas na agricultura moderna desafiam os animais com ambientes adversos e estressores de natu-

reza psicológica e física. O acesso à informação por diferentes meios (credíveis ou não) tem levado a um aumento gradual na última década da atenção e preocupação do público consumidor para com as práticas de produção seguidas na suinocultura. Alguns exemplos de práticas criticadas incluem: tipos de alojamentos (ex. em grupo versus celas individuais), procedimentos cirúrgicos (ex. castração de leitões sem o uso de anestesia local), segregação ou mistura de animais (ex. agressão). Os consumidores da União Européia e Estados Unidos servem como exemplo deste panorama, pois está exigindo por meios legais uma maior transparência e mudanças físicas em alguns dos métodos de criação de suínos, como banir as celas de gestação. Esses tópicos muitas vezes são controversos entre a agroindústria, meio científico, consumidor e defensores ativos porque a habilidade dos animais em superar o estresse causado por esses fatores, entre outros de natureza típica, durante seu ciclo de vida determina seu estado de bem-estar, o que não é muito bem entendido em alguns casos.

O processo de avaliação do bem-estar

O processo de avaliação do estado de bem-estar em que um animal ou o grupo se encontra é um procedimento complexo. A avaliação do bem-estar de um animal deve integrar a saúde física (peso para idade, frequência de doenças e ferimentos), a saúde mental (como o animal se sente, frustrado, deprimido, ou ativo) e sua capacidade de agir naturalmente, ou seja, realizar comportamentos que fazem parte de seu repertório natural (fuçar baias e piso). Um retrato completo da condição de bem-estar pode ser alcançado quando utilizando a combinação de critérios de avaliação que incluem o estado clínico (saúde), indicadores comportamentais e fisiológicos, e parâmetros de produção, práticas de manejo, e planejamento de produção da granja em geral, como por exemplo, plano de treinamento de funcionários que tratam diariamente dos animais.

Os trabalhos de Duncan (1981), e de Duncan e Fraser (1997), cientistas conhecidos internacionalmente na área de bem-estar animal, definem que “a avaliação da qualidade de vida de um animal não pode ser inteiramente objetiva, pois ela engloba o conhecimento prático da espécie, e os julgamentos de valores e prin-

cípios do avaliador”. No entanto, métodos mais objetivos (e não subjetivos) podem ser exclusivamente usados para se avaliar o bem estar animal através de técnicas de auditorias e metodologias de avaliação que podem ser modificadas de acordo com as variáveis (ex. fisiológico, comportamental, índices de produtividade) ou fatores (ex. tipo de alojamento, manejo) a serem medidos.

Indicadores de bem-estar animal

Indicadores de saúde e produção são valiosos para a avaliação de bem-estar nas granjas pela praticidade de observação e monitoramento. Alterações fisiológicas e comportamentais, como modificação do nível de atividade física, também podem ser utilizadas como medidas de bem-estar em resposta ao ambiente como um todo. Por fim, há as alterações dos mecanismos neurofisiológicos (que envolvem a função do sistema nervoso), porém ainda não são viáveis para avaliação direta de bem-estar na rotina de um sistema de produção, mas elas podem auxiliar no entendimento dos mecanismos que levam ao desencadeamento do comportamento, como por exemplo, a agressão em suínos. Esses indicadores são discutidos em detalhe a seguir.

Indicadores de bem-estar na produção incluem a avaliação do escore corporal dos animais de acordo com a fase de produção, sendo um excelente indicativo do manejo nutricional e do estado de saúde do animal, a taxa de ganho de peso e o crescimento do desmame ao final da terminação, sucesso reprodutivo das porcas (número de coberturas por cio), expectativa de vida (número de leitegadas que uma porca produz durante seu ciclo produtivo). Frequência na incidência de lesões físicas especialmente quando recorrente é um indicativo de manutenção inadequada dos alojamentos. Lesões e atrofia de perna e laminite, principalmente nas porcas mantidas em celas, pode ser agregada a medidas de produção (ex. longevidade). Sinais clínicos de dor devem ser monitorados com cuidado (fuga ao ser manejado, tentativa de se esconder, relutância para se mover, depressão, apatia e anorexia) e mitigados o mais rápido possível.

Os suínos são mais suscetíveis a uma condição de estresse quando mantidos num ambiente que induz medo e quando não podem ser esperadas as atividades de manejo (ex. oferecimento de alimento em horários irregulares, funcionários falando em voz alta ao entrar nos galpões sem anunciar, lembrando que esta espécie se comporta como presa na natureza e esses estímulos podem ser confundidos como de um predador). Dentro desse contexto, programas e medidas de prevenção e erradicação de doenças devem ser priorizados no dia-a-dia de uma granja com o objetivo de preservar o bem-estar e maximizar a produtividade dos suínos. Um sistema eficiente de registros sanitários (ex. vacinação, tratamento veterinário) e da produção é uma ferramenta valiosa para avaliar o andamento dos animais e funcionários na granja. Até mesmo medidas de produção coletadas no abate, como a qualidade da carcaça pode servir de indicadores da condição e qualidade do manejo que os animais receberam desde o momento do embarque até o abate.

A observação de alterações comportamentais tem sido considerada um dos métodos mais rápidos e práticos quando se avalia o bem-estar animal. Variações nos padrões comportamentais podem ocorrer em resposta, por exemplo, a mudanças no ambiente do suíno (social: formação da estrutura de hierarquia em grupos recém-misturados; física: mudança de fêmeas alojadas nas baias em grupo para celas), estado de saúde (saudável para doente), ou nutricional (alteração abrupta de dieta, como no desmame de leitões). A realização de um comportamento em particular (normal ou anormal) pode ser resultante do estado motivacional (“vontade” ou instinto) do animal em resposta ao seu ambiente. A relação entre anormalidades de comportamento e práticas de manejo (a forma que os suínos são tratados pelas pessoas responsáveis pelos seus cuidados diários, regimes de alimentação ou tipo de acomodação disponível, ou o ambiente social no qual os animais são mantidos) pode ser usada como uma ferramenta de avaliação para determinar condições adequadas sob as quais os animais devem ser mantidos. Atos agressivos ou brigas recorrentes e intensas, mesmo após os suínos estarem familiarizados uns com os outros (na mesma baia após 48 a 72 horas), podem ser considerados anormais e indicativos de que algo está errado naquele ambiente. Uma causa comum deste tipo de comportamento é a competitividade por recursos (menos do que o recomendado) considerados valiosos pelos animais, como o acesso

à comedouros, bebedouros ou objetos usados para enriquecer o ambiente, como correntes e cordas.

A apresentação de comportamentos estereotipados (repetitivos sem função) pelos animais é considerada como um indicador de um estado pobre de bem-estar. Alguns exemplos frequentemente observados em granjas de criação intensiva de suínos são a constante mordedura de parte das instalações das baias (barras e portas), o “mascado em falso”, e o enrolamento da língua, comuns em porcas mantidas em celas. Comportamentos anormais mais frequentes em animais de crescimento e terminação mantidos num meio com superlotação, recursos escassos e ração de qualidade nutricional inadequada incluem mordedura de rabo, barriga, orelha ou vulva. O aparecimento de canibalismo é um indicador evidente de bem-estar reduzido. Além de corrigir as causas mencionadas acima, o fornecimento de material (ex. cordas, correntes), ou substrato (ex. palha) que estimulam o forrageamento (ex. fuçar, explorar) e redirecionam o comportamento podem ser ferramentas úteis na mitigação desses problemas. Por fim, é essencial que o monitoramento diário dos animais seja feito por pessoas que tenham conhecimento (treinamento) amplo sobre suínos e que possam identificar o que se é esperado e o que é considerado um comportamento normal para suínos em seus diferentes estágios de produção.

Um dos indicadores fisiológicos de bem-estar extensivamente utilizado é a mensuração da concentração do cortisol, também conhecido como o hormônio do estresse, no sangue, urina e saliva. No entanto, há uma contradição sobre a teoria de que o bem-estar do animal está reduzido quando os níveis de cortisol estão elevados. O cortisol plasmático pode elevar pelo simples fato dos suínos serem soltos num corredor para pesagem, onde os animais se agitam por vivenciarem algo diferente do rotineiro. Estresse é definido como uma soma de respostas (comportamentais e/ou neurofisiológicas), as quais podem ou não relacionar à frequência e intensidade (natureza) do estressor ou estímulo. A somatória de eventos estressantes e/ou a exposição ao estresse recorrente ou crônico (vários dias ou até meses) é mais problemático principalmente porque os animais não têm condições de adaptar e manter a homeostase (equilíbrio físico e psicológico), colocando assim seu bem-estar em risco. Alguns problemas comuns consequentes de estresse crônico em suínos, tão quanto em outras espécies, incluem úlcera gástrica, hipertensão, e supressão do sistema imunológico o qual aumenta a sus-

cetibilidade a doenças. Em resumo, bem-estar animal deve ser avaliado num contexto individual quando se faz planejamentos de criação, manejo e controle sanitário para garantir que as necessidades de cada animal sejam preenchidas e seus limites de produção sejam respeitados.

Programas e auditorias de bem-estar

Programas de avaliação de bem-estar de animais de produção e programas de auditoria externos de bem-estar em granjas, além de levar em consideração os “*input*” de produção como, por exemplo, os animais, manejo, saúde, nutrição, comportamento, e reprodução, também incorporam parâmetros de bem-estar baseados na qualidade final do produto animal, ou seja, carne – o “*output*”.

O método de avaliação de lesões de carcaça durante o abate desenvolvido pela Comissão de Carne e Animais de Produção do Reino Unido para monitorar a segurança de alimentos, também tem sido usado como uma ferramenta objetiva e um tanto prática para estimar a condição de bem-estar dos animais precedente ao abate, enquanto ainda nas granjas e o transporte (*Welfare Quality*[®], União Européia). Estar de acordo com as normas avaliadas durante um processo de auditoria é particularmente importante para parâmetros de bem-estar que estejam associados com resultados específicos e diretos da produção animal. Alguns exemplos destes parâmetros incluem a condição corporal (física) dos animais, alterações físicas (ex. idade de castração, moessa, corte de rabo e dente), e presença de animais doentes ou com ferimentos óbvios de manejo inadequado e pobre manutenção das instalações.

O programa de “Garantia da Qualidade Suína Plus” (*PQA Plus*[™], *Pork Quality Assurance*, tradução do inglês) do Conselho Nacional de Suinocultores (*National Pork Board*) foi implementado para todos os produtores dos Estados Unidos, a partir de 2006. O já existente programa de Garantia da Qualidade Suína (PQA) foi complementado com normas de bem-estar para suínos – por isso a adição do termo “Plus”. O *PQA Plus*[™] é parte da iniciativa chamada “Nós Nos Preocupamos” (*We Care*) criada pelo setor suínico dos EUA, e inclui avaliações para certificação dos produtores e das granjas. Esse processo é composto por três partes, (1) exige que o

produtor ou gerente de granja participe do treinamento sobre o programa, que é seguido pela (2) avaliação da granja por consultores, por fim receber a denominação de 'granja PQA Plus™'. O programa também inclui uma avaliação por terceira parte (O Q É 3ª PARTE) da granja, a qual é selecionada de uma forma aleatória num período de três anos à adesão ao programa. Apesar da certificação pelo PQA Plus™ ser exigida para a comercialização de suínos, o objetivo principal do programa é informar e educar produtores sobre as práticas de produção que asseguram o cuidado e bem-estar dos suínos. O projeto também tem como objetivo atender a algumas demandas do consumidor e elevar a credibilidade da produção suinícola no âmbito nacional e internacional. Em junho de 2009, Tyson Foods, Inc., EUA, uma das empresas líderes mundialmente no setor de processamento e venda de carne suína, endossou o PQA Plus™ e requer que todos os produtores que fornecem suínos para a empresa sejam certificados pelo programa. O alvo do Conselho Nacional de Suinocultores era de certificar todas as granjas produtoras até primeiro de janeiro de 2011, tem sido estabelecido que todo transportador de suínos devamos atender e ser certificado pelo programa de "Garantia de Qualidade de Transporte" (TQA, *Transportation Quality Assurance*, tradução em inglês).

A preocupação de consumidores nacionais e internacionais com as práticas de produção, segurança de alimentos, e a garantia do bem-estar de suínos foi o que levou o programa a considerar os critérios de avaliação que serão descritos abaixo. Por isso, o PQA Plus™ abrange as responsabilidades do produtor pelos aspectos de práticas de produção e bem-estar dos suínos os quais incluem a provisão adequada de alojamento, manejo, nutrição, tratamento e prevenção de doenças, cuidado e manejo de animais com responsabilidade, e quando necessário realizar a eutanásia com eficácia e de forma humanitária. O programa é composto por '10 Boas Práticas de Produção (BPP)'. As BPPs 1 a 8 abrangem mais especificamente questões sobre a segurança da carne e serão omitidas neste documento (pode ser acessada em português pelo site Suino.com, Rosângela Poletto Série sobre Bem-Estar, artigo oito). Neste resumo, devido à relevância direta ao bem-estar de suínos, serão descritas somente as BPPs número 9 e 10.

9. Desenvolver, implementar e documentar programas de treinamentos direcionados aos tratadores, responsáveis pelo cuidado dos suínos. Esses treinamentos devem ter como objetivo garantir a segurança dos trabalhadores, bem como assegurar que os animais sejam tratados de forma humanitária e de maneira que não se prejudique a segurança e qualidade do produto final.
10. Oferecer cuidado apropriado aos suínos para melhorar o bem-estar dos mesmos. Este ponto consiste em 12 princípios de cuidado e bem-estar a serem considerados na produção de suínos.
 - I. Manter registros das visitas veterinárias, da administração de medicamentos e tratamentos, treinamentos com foco no bem-estar de suínos (eutanásia, como manejar os animais nas diferentes fases de produção, e outras práticas de manejo).
 - II. Plano de emergência; ter por escrito um plano de emergência, sistemas de detecção de emergências (ex. alarmes para informar falhas em sistemas automatizados de ventilação e controle de temperatura, e distribuidores de ração), e ter implantado um sistema de reserva (que seja avaliado regularmente) para ser usado em situações de emergência.
 - III. Avaliação da granja por consultores de terceira parte treinados pelo programa PQA Plus™ pelo menos uma vez a cada três anos.
 - IV. Observação diária dos animais com o objetivo de detectar rapidamente os animais doentes ou com ferimentos, e mórbitos, além de detectar problemas de manejo e alojamento. Manter registros (até mesmo num calendário) das observações diárias dos alojamentos e animais.
 - V. Avaliação diária dos animais em relação ao desempenho produtivo (ganho de peso e eficiência, taxa de morbidade e parto), levando em consideração a genética e nutrição. A avaliação física dos animais também é recomendada, ou seja, observar a pele (ex. lesões causadas por brigas, ou por objetos pontiagudos nos alojamentos) e as extremidades (cauda, pernas e cascos) dos suínos, incidência de laminite, ferimentos, prolapso retal, e comportamento dos suínos. Animais que são repetitivamente maltratados e abusados irão demonstrar medo na presença de humanos.
 - VI. Avaliação da condição física, que varia de um (delgado) até cinco (obeso), como um indicador da qualidade do programa nutricional e da eficiência do plano de manutenção dos alojamentos.
 - VII. Alocação de espaço físico para cada animal; todos os animais devem ter espaço suficiente para deitar de lado sem que a cabeça apoie sobre outro animal ou no comedouro por exemplo. Fêmeas alojadas em celas individuais devem ter espaço para deitar lateralmente, sem que a cabeça apoie no comedouro e os membros traseiros encostem-se à grade da cela.
 - VIII. Ter um plano de ação para eutanásia por escrito com o objetivo de minimizar dor e estresse. Animais que não respondem ao tratamento veterinário, imobilizados, e com escore corporal baixo por mais de dois dias

- devem ser sacrificados com prontidão e de forma humanitária por pessoas treinadas para realizar o procedimento.
- IX. Manutenção de alojamentos; manter baias e celas livres de objetos protusos que podem causar lesões, o piso deve ser rugoso para minimizar escorregões e quedas, e pisos ripados (especialmente de concreto) devem ser mantidos em boa condição para minimizar laminites e outras lesões de casco e membros; ter espaço de comedouro de acordo com a lotação; e água deve estar disponível pelo menos duas vezes ao dia e em quantidade suficiente para satisfazer a necessidade dos animais.
- X. Manejo e movimento de animais deve ser feito com cuidado, de forma calma e quieta. Preferencialmente mover suínos em grupos de até seis animais, eliminar distrações visuais, e levar em consideração que suínos tendem a se mover mais facilmente de uma área com pouca luminosidade para áreas com iluminação. O auxílio de equipamentos adequados para mover suínos como as tábuas de manejo e objetos que possam fazer algum tipo de barulho como o remo também facilita o movimento dos animais. O uso do bastão é estressante e deve ser evitado ou minimizado.
- XI. Controle inadequado da temperatura e qualidade do ar nos alojamentos fechados afeta o bem-estar dos animais; o melhor indicador da percepção dos suínos em relação ao ambiente em que estão vivendo é o comportamento de termoregulação, suínos se aglomeram quando estão com frio, mas se dispersam quando expostos a uma temperatura acima da sua zona de conforto. Nível de amônia e poeira no ar devem ser mantidos abaixo de 25 ppm (partes por milhão).
- XII. Atos de negligência e abuso contra os animais são inaceitáveis. Por exemplo, intencionalmente aplicar o bastão elétrico em áreas sensíveis do animal, como olhos, orelha, focinho, e ânus; maliciosamente bater num animal; ou propositalmente fornecer aos animais o mínimo de alimento, água, e cuidado que resulte em adoecimento ou morte. Ações deste tipo devem ser informadas às autoridades, pertinentes como o dono ou gerente da granja, ou instituições de proteção aos animais e/ou com poder judicial.

Conclusão

O setor suinícola brasileiro em geral tem se mostrado disposto a dialogar e se informar sobre as questões de bem-estar animal. Algumas dessas práticas, como a manutenção de registros, já vem sendo adotada pelos produtores, no entanto outras mudanças mais direcionadas ao cuidado com o animal ainda precisam de atenção e mudança. Por força maior, ou voluntariamente, os membros atuantes em todas as cadeias do setor suinícola devem se inteirar no tema e buscar meios para que esta transição seja feita com cautela, mas que eventualmente aconteçam e sejam efetivas

tanto para a lucratividade como para o bem-estar dos suínos. Várias das práticas sugeridas pelo programa PQA Plus™, por exemplo, não implicam em altos investimentos financeiros. Em alguns casos, a simples transmissão de informação para os responsáveis, sobre como manejar os suínos para pesagem ou embarque adequadamente fará grande diferença. Essas mudanças que parecem sutis, não somente beneficiarão o bem-estar dos animais, mas também propiciarão menos frustração aos tratados e garantirão menos perdas e maior rentabilidade ao produtor. É importante ressaltar que para manter a competitividade da produção suinícola brasileira no mercado internacional, a indústria já precisa pensar sobre seus critérios e práticas de produção no que diz respeito a fatores relacionados ao bem-estar dos animais. No entanto, devemos nos preocupar com o perfil dos futuros consumidores da carne suína do Brasil, e não somente com o perfil do consumidor atual – os importadores. Atualmente, a opinião pública e mudanças na legislação tem sido a força maior em liderar alterações nas práticas de produção que afetam o bem-estar, não somente de suínos, mas em outras espécies de produção (a banição das gaiolas em bateria para poedeiras, e práticas de mutilação em todas as espécies de produção). No entanto, iniciativas ‘amigáveis’, como é o caso do programa PQA Plus™, e aquelas iniciadas pelo Ministério da Agricultura em conjunto com a organização WSPA, são menos severas para com o setor e são eficientes em garantir a credibilidade do consumidor sobre a origem e forma de produção e processamento da carne suína na prateleira do supermercado.

Referências bibliográficas

Brambell FWR. 1965. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. London: HMSO Cmnd. 2836 p.

Broom, D. M. 1986. Indicators of poor welfare. *Brit. Vet. J.* 142:524-526.

Comitê Científico Veterinário da União Européia (SVC, *Scientific Veterinary Committee*). 1997. The welfare of intensively kept pigs. Report of the Scientific Veterinary Committee, EU, Brussels, 190 p.

Dawkins, M. S. 1980. *Animal suffering: the science of animal welfare*. London: Chapman and Hall.

Duncan, I. J. H. 1981. Animal rights – animal welfare: a scientist's assessment. *Poult. Sci.* 60:489-499.

Duncan, I. J. H., and M. S. Dawkins. 1983. The problem of assessing 'well-being' and 'suffering' in farm animals. In: D. Smidt, Editor, *Indicators Relevant to Farm Animal Welfare*, Martinus Nijhoff, The Hague, p. 13-24.

Duncan, I. J. H., and D. Fraser. 1997. Understanding animal welfare. In.: *Animal Welfare*. Appleby, M. C. and Hughes, B. O. Eds. CAB International, Wallingford, UK, pp. 19-31.

Kiley-Worthington, M. 1989. Ecological, ethological and ethically sound environments for animals: toward symbiosis. *J. Agri. Ethics* 2, 323-347.

NAHMS. 2006. National Animal Health Monitoring System Program. Swine 2006. APHIS-USDA.

USDA-FAS. 2011. United States Department of Agriculture (USDA), Foreign Agricultural Services (FAS), Office of Global Analysis, Abril de 2011.

VIABILIDADE DE LEITÕES COM BAIXO PESO AO NASCER: MANEJO E FERRAMENTAS PARA MANTER ESSE LEITÃO COM BOM DE- SENVOLVIMENTO

M.V.Z. Juan José Maqueda A.
Consultor Privado Internacional
México

ORIGEN

- CAPACIDAD UTERINA
(EN CAMADAS CON MAS DE 15 LECHONES)

- FLUJO SANGUINEO UTERINO
(CERDAS VIEJAS)

LA GENETICA ESTA TRABAJANDO

- Tamaño de camada
- Supervivencia
 - Vitalidad del lechón
 - Habilidad maternal
- Uniformidad de la camada
- Eficiencia en la lactación
- Nº de tetas
- Intervalo destete-celo
- Longevidad

ESPECTATIVAS

La selección en PWS (supervivencia predestete) llevará a un aumento del tamaño de camada al nacimiento y especialmente al destete, aumentará supervivencia y disminuirá un poco el peso medio al nacimiento, mientras que la selección para aumento del peso al nacimiento aumentará el peso al nacimiento pero disminuirá el número de destetados por camada

Dr. Antonio Muñoz Luna
X Congreso Centroamericano y del Caribe
de Porcicultura. Mayo 2011

-

ESPECTATIVAS

- **La selección para aumento del peso al nacimiento tiene un alto riesgo en términos de reducción del tamaño de la camada**

Dr. Antonio Muñoz Luna
X Congreso Centroamericano y del Caribe
de Porcicultura. Mayo 2011.

MIENTRAS TANTO

1.5 Kg o más	MUY BIEN
1.0 A 1.5 Kg	BIEN
.750 g a 1.0 Kg	VALE LA PENA ?
MENOS DE .750 g	DIFICILMENTE

PROBLEMAS

- Más trabajo
- Se requiere de más personal capacitado
- Enfermedades, principalmente diarreas
- Transmisión de enfermedades
- Gasto de medicamentos
- Ocupación de tetas
- Bajas probabilidades de sobrevivir
- Alto riesgo de quedar retrasado

PROBLEMAS

- Bajo peso al destete
- Bajo peso en destete y terminación
- Crecimiento compensatorio ?
- Mayor consumo de alimento
- Mayor conversión alimenticia
- Más tiempo para alcanzar el peso de mercado
- Mayor costo de producción
- Mala calidad de la canal



OPCIONES

- SACRIFICAR
- DEJAR QUE LA NATURALEZA HAGA SU TRABAJO
- AYUDARLOS A SOBREVIVIR

MANEJOS

- 1.- Asegurarse que todos mamen calostro en sus primeras 3 horas de vida (Biberón)
- 2.- Darles pasta energética una vez al día por uno a tres días
- 3.- Uniformización , camada de bajo peso con una cerda de 2° a 3er parto, con pezones delgados y que muestre bien las dos hileras de tetas, lo más pronto posible después del nacimiento, ayudándolos a mamar

MANEJOS

- 4.- Dar temperatura de 30 a 35°C los primeros 3 días de vida
- 5.- Verificar ese día y al día siguiente que todos tengan teta, mamen y que la cerda se deje mamar

LO MAS IMPORTANTE: PERSONAL

- Preferentemente mujeres, y las tres en la primera semana de vida de los lechones, trabajando en equipo:
 - **Materna**
 - **Partera**
 - **Pediatra**
- La ayuda no es sólo para los lechones de bajo peso, es para todos

RESULTADOS

- MORTALIDAD

- PESO AL DESTETE 4 Kg.

- SANOS

DESTETE Y TERMINACION

- Agruparlos en un corral sin mezclarlos con otros
- Alimentarlos con el tipo de alimento según su peso
- Pesar un grupo de ellos (10 a 20 %) cada semana o cada dos semanas
- Pesar el alimento consumido
- Determinar C.A.
- Determinar Costo Kg. producido
- Determinar el punto de equilibrio y momento para sacrificio
- Encontrar o Desarrollar un mercado para ese peso

POTENCIAL DO BRASIL COMO PRODUTOR DE CARNE SUÍNA

Fabiano Coser

OBS: o autor não enviou a palestra.

PROMOÇÃO/REALIZAÇÃO



NÚCLEO OESTE DE
MÉDICOS VETERINÁRIOS
E ZOOTECNISTAS



CO-PROMOÇÃO



APOIO



PATROCINADORES



IV SIMPÓSIO
BRASIL SUL DE
SUINOCULTURA

Fone/Fax 49 3329-1640 | 49 3328-4785
Rua Egto. 31 - E | Bairro Maria Goretti
Cep 89.801-420 | Chapecó | SC
e-mail nudeovet@nudeovet.com.br
Site: www.nudeovet.com.br