

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

DÉBORA REOLON



DISSERTAÇÃO

PALOTINA-PR

2014

DÉBORA REOLON

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM MINERAIS INJETÁVEIS SOBRE  
PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE FÊMEAS SUÍNAS**

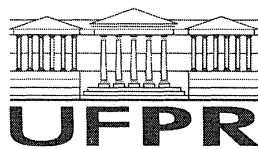
“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal – Área de concentração: Patologia Animal.”

Orientação: Prof. Dr. Geraldo Camilo Alberton

PALOTINA

2014

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



**TERMO DE APROVAÇÃO**

DÉBORA REOLON


EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM MINERAIS INJETÁVEIS SOBRE PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE FÊMEAS SUÍNAS.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Área de Concentração em Saúde Animal, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

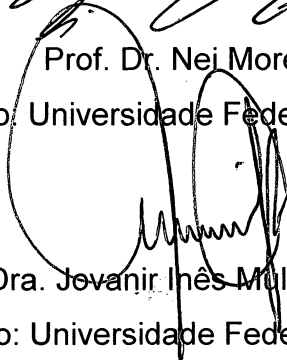


Prof. Dr. Geraldo Camilo Álberton

Presidente/Orientador(a): Universidade Federal do Paraná



Prof. Dr. Nei Moreira  
Membro: Universidade Federal do Paraná



Prof.ª Dra. Jovanir Inês Müller Fernandes  
Membro: Universidade Federal do Paraná

Palotina, 24 de julho de 2014.

**... Dedico à minha família, João Paulo Orben e Maria Alice Reolon Orben, sem vocês nada disso seria possível, vocês são a força que me move.**

**...Ofereço**

**A minha mãe Juraci Leonora Gallo Reolon, sem seu apoio, amor e dedicação não chegaria onde cheguei, é seu mérito.**

## AGRADECIMENTOS

À **Deus...** Pelo dom da vida, por me dar a felicidade de conhecê-lo através do amor. Por estar caminhando comigo todos os dias, por estar em meu coração.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade para a presente formação.

Aos professores **Dr. Geraldo Camilo Alberton e MSc Daiane Donin**, pela total confiança em meu trabalho, pela orientação, co-orientação, sem dúvida grandes mestres e grandes amigos.

Agradecimentos especiais para a **Cooperativa Copacol e principalmente a Emerson Debastiani**, por ter aberto as portas, agradeço ao espaço cedido para serem realizados meus trabalhos, pela receptividade e pelo profissionalismo de cada integrante desta empresa.

A empresa **Formil Veterinária Ltda** pelo apoio, incentivo e confiança. Em especial a **José Correia e Alejandro Duque** que me proporcionaram esta oportunidade.

Aos meus irmãos, **Fernando Henrique Reolon e Juliana Reolon**, sempre estiveram ao meu lado ajudando e apoiando, vocês foram essenciais.

A todas as pessoas da minha família por todo o incentivo, apoio e torcida...

A todos os amigos e colegas que me ajudaram de qualquer forma durante o desenvolvimento deste trabalho, em especial a **Ketlen Federizzi e Gefferson Almeida**.

REOLON, Débora. Efeito da suplementação com minerais injetáveis sobre parâmetros reprodutivos de fêmeas suínas. 2014 45 folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2014.

## RESUMO

Avanços crescentes ocorreram na suinocultura, e se devem principalmente a pesquisas em genética, sanidade e nutrição. Neste último caso, dietas cada vez mais precisas visam estimular a fêmea a manifestar sua melhor produção. Porém, pouca atenção tem sido dada ao requerimento e uso de minerais em fêmeas de alta prolificidade. As indicações não levam em consideração fatores importantes como o peso do animal, a fase de gestação, número de partos e a fonte oferecida, se orgânica ou inorgânica. Desta forma, as fêmeas acabam recebendo doses menores do que sua necessidade, prejudicando o número e o peso dos animais nascidos. Sabe-se que os minerais orgânicos tem melhor absorção pela via oral do que minerais inorgânicos, mas, ainda assim, não são totalmente absorvíveis e biodisponíveis. Uma inovadora forma de aplicação de minerais para suínos é a injetável, sendo armazenados em órgão alvo e utilizados quando necessário. Este estudo teve como objetivo realizar a suplementação mineral com minerais injetáveis em fêmeas da puberdade até o segundo parto, com minerais principalmente a base de zinco e selênio. Para isto, foram selecionadas 400 leitoas, 178 para o controle e 176 para receber os minerais. As aplicações ocorreram aos 150 dias, 210 dias de vida da leitoa e após a cobertura, aos 80 dias. As aplicações subseqüentes foram aos 21 e 80 dias pós cobertura. Os resultados demonstraram um incremento significativo ( $p < 0,05$ ) para o total de leitões nascidos e para o número de nascidos vivos, além do aumento do peso ao nascer da leitegada de fêmeas tratadas. Estes resultados podem indicar que a suplementação com minerais injetáveis leva a melhora do número de leitões nascidos bem como a manutenção e aumento do peso da leitegada.

**Palavras chave:** Suínos, Reprodução, Minerais, Zinco, Selênio;

REOLON, Débora. Effect of injecting minerals in reproductive parameters of sows. 2014. 45 pages. Dissertation (Master of Animal Science) – Universidade Federal do Paraná. Palotina, 2014.

### **ABSTRACT**

Increasing advances have occurred in swine production, mainly because of research on genetics, health and nutrition. In this last case, increasingly accurate diets aim to stimulate the female to show its best production. However, little attention has been given to the application and use of minerals in high prolificacy females. The indications do not take into account important factors such as the weight of the animal, stage of pregnancy, number of births and the source offered, if it's organic or inorganic. Thus, females end up receiving lower doses than they need, decreasing the number and weight of pigs stillborn. It is known that organic minerals have better oral absorption than inorganic minerals, but they are still not fully absorbable and bioavailable. An innovative way of applying minerals for pigs is injectable, in which these minerals are administered by injection and stored in the target organ and used when is needed. This study's aim was to perform mineral supplementation with injectable minerals in gilts from puberty until the second pregnancy with mainly minerals based of zinc and selenium. For this, there were selected 400 gilts, 178 of control and 176 to receive minerals. Applications occurred at 150 days, 210 days of life and 80 days after hedging. Subsequent applications were at 21 and 80 days after hedging. The results showed a significant increase ( $p < 0.05$ ) in the total of piglets born and the number of them born alive, besides the tendency of increasing birth weight of treated females' litter. These results may indicate that supplementation with injectable minerals improves litter's size, as well, maintenance and litter weight increase.

**Key Word:** Swine, Reproduction, Organic Minerals, Zinc, Selenium;

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Estimativas recentes de necessidades minerais de porcas reprodutoras, em comparação com os níveis atualmente utilizados na indústria (mg / kg) | ..... 12

**Tabela 2:** Composição mineral dos produtos utilizados no estudo, Zimag e Selenfos, Laboratório Formilvet..... 29

**Tabela 3:** Número de leitões nascidos totais (LNT) e nascidos vivos (LNV), peso da leitegada ao nascimento e intervalo desmame cio..... 32



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Local de aplicação dos minerais injetáveis.....	29
--	----

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1.2	OBJETIVO.....	13
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	MINERAIS E PROLIFICIDADE EM FÊMEAS SUÍNAS.....	13
2.1.1	EXIGÊNCIA MINERAL.....	14
2.2	INFLUÊNCIA DOS MINERAIS NO MECANISMO OVULATÓRIO.....	15
2.3	PAPEL DOS MINERAIS NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO.....	18
2.4	RESPOSTA IMUNE, MINERAIS E REPRODUÇÃO.....	21
2.5	MINERAIS INJETÁVEIS.....	23
2.6	PROBLEMAS LOCOMOTORES, REPRODUÇÃO E MINERAIS.....	25
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.	RESULTADOS.....	30
5.	DISCUSSÃO.....	34
6.	CONCLUSÃO.....	38
7.	REFERÊNCIAS.....	39

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Atender a necessidade mineral das fêmeas suínas vem sendo um desafio, visto que, os animais são cada vez mais exigidos com relação à reprodução. Na última década o número total de leitões nascidos aumentou significativamente sem que as necessidades minerais fossem revistas. De 1987 para 2007, houve aumento de 2,07 leitões por parto, sendo que, números demonstrados por outros autores indicam aumento próximo ou superior (Lima, 2007).

Este incremento na produtividade deve-se principalmente aos avanços na seleção genética, no manejo e na nutrição das fêmeas; embora neste último quesito, poucas pesquisas tenham sido realizadas para esclarecer a função, influência e a necessidade mineral na produção suína. Fato que pode ser observado no National Research Council (NRC), onde as referências minerais para fêmeas suínas citadas como fonte, para alguns minerais, chegam a 70% em pesquisas realizadas nos anos 70 (LINDEMANN et al, 2006).

Desta forma, as exigências nutricionais no que diz respeito aos minerais podem não estar sendo atendidas em animais de reprodução. As recomendações são pouco específicas e não levam em consideração o peso, a ordem de parição ou a fase de gestação das fêmeas. Caso haja oferta inadequada de minerais na dieta o desempenho pode ser afetado, havendo mobilização de minerais dos demais tecidos para atender a exigência mineral para a reprodução. Mahan e Newton (1995) demonstraram que fêmeas no terceiro parto apresentaram níveis minerais consideravelmente mais baixos do que fêmeas de mesma idade sem nenhuma parição; desta forma, a necessidade pode aumentar conforme decorrem os partos. Da mesma forma, Peters e Mahan (2008) relataram que a ingestão de minerais é reduzida a partir do terceiro parto, levando a deficiência mineral e alteração no desenvolvimento fetal. Mahan et al (2007) observaram também que com o avanço da gestação a exigência mineral dos fetos aumenta, tendo no terço final seu ápice.

Por outro lado a superestimação das exigências, pelo do baixo custo, resultam na utilização de níveis muito elevados de minerais inorgânicos pela indústria, em níveis superiores às recomendações do NRC (1994) (Tabela 1), sem,

contudo, incrementar os resultados zootécnicos, dada sua biodisponibilidade. Close et al (2010) demonstraram a diferença das principais recomendações e dos níveis praticados pela indústria nos EUA.

Tabela 1: Estimativas recentes de necessidades minerais de porcas reprodutoras, em comparação com os níveis atualmente utilizados na indústria (mg / kg)

	<b>NRC (1998)</b>	<b>BSAS (2003)</b>	<b>GfE (2006)</b>	<b>Indústria</b>
<b><u>Mineral (mg)</u></b>				
<b>Fe</b>	80	80	80 - 90	80 – 150
<b>Zn</b>	50	80	50	80 – 125
<b>Cu</b>	5	6	8 – 10	6 – 20
<b>Mn</b>	20	20	20 – 25	40 – 60
<b>Se</b>	0,15	0,20 – 0,25	0,15 – 0,20	0,20 – 0,40
<b>I</b>	0,14	0,20	0,6	0,5 – 1,0

Close et al (2010)

Em comparação com minerais inorgânicos, os minerais orgânicos são uma fonte de maior disponibilidade (Ballantine et al, 2002). Neste caso, a utilização de minerais orgânicos evita antagonismos na absorção intestinal e é uma fonte mais prontamente disponível para o organismo. Também, fatores como o pós parto, sanidade do rebanho e influência da temperatura podem contribuir para a diminuição do consumo de ração podendo levar a falta de suprimento mineral.

Sabe-se que os minerais têm estreita ligação com a reprodução, estando envolvidos principalmente com o número de leitões nascidos e com o peso dos leitões. Dentre os minerais, os de maior influência e com maior número de pesquisas são o zinco e selênio. Estes também são os minerais que sofrem o maior decréscimo em concentração nos tecidos após o terceiro parto (MAHAN e NEWTON, 1995).

O selênio (Se) é necessário para o crescimento normal dos leitões, fertilidade e prevenção de grande variedade de doenças. A deficiência de selênio resulta em infertilidade, aborto e retenção de placenta (Segerson e Ganapathy, 1980; Sheppard et al, 1984; Bedwal e Bahuguna, 1984) além de baixa qualidade seminal (Beckett e Arthur, 2005). O zinco, por outro lado, é essencial na síntese do DNA e no o metabolismo dos ácidos nucléicos e proteínas, sendo todos os sistemas do organismo afetados pela deficiência do mineral (TODD et al, 1934). Desta forma, o

crescimento fetal e a reprodução são as funções mais afetadas pela deficiência, levando ao aumento da incidência de abortos, prolongamento da gestação, aumento do número de natimortos, dificuldades durante o parto e baixo peso ao nascer dos leitões (PASA, 2010).

## **1.2 OBJETIVO**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da suplementação com dois produtos comerciais injetáveis, um a base de zinco orgânico e outro a base de selênio orgânico, sobre o número de leitões nascidos, peso da leitegada ao nascer e índices reprodutivos de fêmeas suínas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 MINERAIS E PROLIFICIDADE EM FÊMEAS SUÍNAS**

O aumento da prolificidade das fêmeas foi uma das principais evoluções na produção de suínos das últimas décadas. Na atualidade é comum fêmeas desmamarem de 28 a 30 leitões ao ano, o que, na década de 80 pareceria impossível. Muitos trabalhos ao longo dos anos vêm mostrando essa crescente evolução, que se deve principalmente aos avanços relacionados ao melhoramento genético e nutrição das fêmeas.

Entretanto, este aumento no número de leitões acaba culminando com incremento no número de leitões nascidos com baixo peso e conseqüente desuniformidade da leitegada. Menor peso pode ser associado à menor taxa de crescimento e maior mortalidade pré-desmame (ZOTTI 2012). Do contrário, o aumento do peso ao nascer influencia positivamente na conversão alimentar e ganho de peso (ZOTTI 2012).

Os minerais têm importante participação tanto na manutenção e aumento do peso ao nascer como no aumento do número de leitões nascidos, visto que, estão envolvidos em vários processos metabólicos desde a preparação da fêmea para reprodução, até concepção e manutenção da gestação.

### **2.1.1 EXIGÊNCIA MINERAL**

Apesar dos avanços que ocorreram na nutrição dos suínos nas últimas décadas, com relação às necessidades minerais dos suínos, constata-se que as indicações são ainda mal definidas. As estimativas de exigências são baseadas em um nível mínimo para que não haja a deficiência e não para o aumento da produtividade ou do estímulo a melhor imunidade nos animais.

Além disso, algumas recomendações são baseadas em estudos realizados nas décadas passadas, o que não condiz com a realidade de fêmeas prolíferas que temos em produção na atualidade. Segundo Close (2010), a maioria das recomendações do NRC utiliza como fonte científica trabalhos anteriores a década de 80, ou não tem nenhuma fonte como referência. Este fato pode levar à fêmea, por ocasião da chega à idade reprodutiva ou com o avanço da gestação, a mobilização mineral de outros tecidos para suprir o requerimento mineral, ocasionando perdas de produtividade.

As fases de gestação e lactação são as mais críticas quanto ao requerimento de minerais. Mahan et al (2007) descreveram que nas últimas semanas de gestação ocorre a maior transferência de minerais para os leitões; cerca de 50% do total de macro e micro elementos. Sendo assim, a nutrição em fase final de gestação deveria ser diferenciada com relação à suplementação mineral, visto que, essa quantidade vem das reservas corporais ou da nutrição recebida. No primeiro caso pode gerar complicações para fêmea com o balanço mineral ficando negativo nesta fase, tais como, problemas metabólicos e imunológicos, estes sendo agravados em fêmeas de alta prolificidade, pois a necessidade mineral é ainda maior. Após o terceiro parto, fêmeas de maior produção tem perdas corporais de minerais significativamente maiores quando comparadas a fêmeas de baixa produção, sendo que os minerais zinco e selênio são os que mais sofrem decréscimo, tendo suas reservas

dramaticamente diminuídas (MAHAN E NEWTON, 1995). Se for relacionada apenas a idade, comparando a ingestão mineral de primípara com fêmea de terceiro ou quarto parto pode-se uma redução de 15 a 23% destes minerais (DAMGAARD POULSEN, 1993), isto devido a função metabólica e ao peso corporal que não é levado em consideração no momento da formulação mineral.

Em se tratando do aporte mineral na lactação a situação é ainda mais crítica, pois a fêmea que pode estar saindo da gestação com balanço mineral negativo ainda tem que mobilizar algumas de suas reservas para produção de leite, chegando à próxima fase reprodutiva em débito (MAHAN E NEWTON 1995). Hedges et al (1976) observaram fêmeas suínas por cinco partos consecutivos com dietas de baixa concentração de zinco e com alta concentração de zinco e, demonstraram que os níveis de zinco são diminuídos na leitegada a cada parto em ambas as dietas, porém os leitões provenientes de fêmeas suplementadas tem suas reservas do mineral adequadas quando comparados a leitegada de fêmeas com deficiência. Estes autores também observaram melhor resposta imune e ganho de peso destes leitões.

A perda de minerais pode estar diretamente relacionada com a longevidade das fêmeas no plantel, visto a importância dos mesmos para a saúde reprodutiva. Lucia e Marsh (2000) observaram que as maiores causas de descarte em granjas nos Estados Unidos são falhas reprodutivas e tamanho de leitegada, o que coincide com estudos realizados no Brasil que indicam os mesmo índices como causa principal de descarte de porcas.

## **2.2 INFLUÊNCIA DOS MINERAIS NO MECANISMO OVULATÓRIO**

Muitos mecanismos controlam o eixo hipotálamo-hipofisário-gonadal. Inicialmente parece tratar-se de um circuito em que não há participação de outros eventos metabólicos no organismo animal, sendo regulado apenas por hormônios. Entretanto, seu funcionamento perfeito é regulado também por fatores externos ligados principalmente a alimentação. Os níveis de nutrientes e energia ingeridos podem influenciar diretamente no ciclo reprodutivo.

As variações e deficiências dos níveis nutricionais são acompanhadas também por variações em alguns hormônios como, por exemplo, insulina, fatores de crescimento insulinosemelhantes (IGF I e II), leptina, cortisol e hormônios da tireóide. Estes exercem influência como mediadores na reprodução. Geralmente, a deficiência alimentar tem como resposta a elevação na concentração plasmática do hormônio do crescimento e cortisol, assim como a diminuição da insulina e IGF I (BOOTH et al, 1994; QUESNEL et al, 1998).

Com relação a ação gonadal, alguns mediadores podem alterar a folículoogênese controlando a nutrição das células foliculares. A insulina e o IGF I e II atuam como fator de crescimento para estas células, amplificando ou diminuindo seu funcionamento (QUESNEL et al, 2000). Os IGF I e II, e seus receptores e proteínas ligantes de IGF (IGFBP 1 e 6) constituem um sistema que regula o crescimento, diferenciação e apoptose das células gonadais, atuando diretamente sobre os ovários. Os IGFs são conhecidos como sendo potentes estimuladores de tecidos de diferenciação e proliferação celular e estão presentes em quantidades elevadas dentro do útero de várias espécies no início da gestação (SIMMEN, et al 1992) podendo ter grande importância na implantação do embrião (IGF I) e desenvolvimento fetal (IGF II). A resposta das células ao IGF é modulada pela quantidade de receptores presentes na superfície das células (LEROITH et al, 1995) e pela proteínas de ligação a IGF (IGFBP), que são secretadas pelas células para inibir a ligação a receptores de superfície celular de IGF (CLEMMONS et al., 1991).

Alguns minerais parecem ter papel fundamental neste processo, como exemplo o zinco. A afinidade de ligação entre IGFBP e IGF é diminuída na presença deste mineral, e sua ausência aumenta a afinidade entre IGF e seus receptores de superfície (McCUSKER et al,1998). Além disso, os níveis de IGF são diminuídos na deficiência do mineral (MacDONALD, 2000), portando a falha na suplementação de zinco pode influenciar diretamente no crescimento e diferenciação das células gonadais e conseqüentemente na reprodução. Segundo Sobestiansky e Barcellos (2012), marrãs alimentadas com ração deficiente em zinco apresentaram nascimento de número reduzido de leitões, os quais apresentam peso abaixo do normal.

Outro mineral que está intimamente envolvido com a ovulação é o selênio, que é armazenado e tem suas funções no organismo na forma das selenoenzimas, dentre elas, a principal e responsável por 80% desta atividade está a selenocisteína.



Estas enzimas são responsáveis pela síntese e função da glutathiona peroxidase (GSH-PX) que protege as células contra os peróxidos gerados pelo metabolismo intermediário. A deficiência desta enzima pode levar a danos nas membranas celulares (proteínas e fosfolípidios) e especialmente mitocôndrias (COMINETTI, 2011). Este aspecto está diretamente envolvido em todos os processos metabólicos do organismo, especialmente na reprodução. O Se quando em balanço positivo ajuda a proteger as membranas celulares de ovários e óvulos, garantindo a saúde dos ovários e a liberação de óvulos aptos à fertilização. Do contrário a deficiência deste mineral pode levar a infertilidade bem como a redução no tamanho da leitegada (SMITH e AKINBAMIJO, 2000). Isto pode ser demonstrado no trabalho de Sangerson (1976), no qual o número de óvulos coletados férteis foi superior em vacas suplementadas com Se injetável do que em animais sem suplementação. Ainda observou a totalidade no número de óvulos fertilizados em animais com dieta adequada e suplementados com Se.

Além da GSH-PX, outra metaloenzima tem participação no processo de proteção contra os peróxidos. Trata-se da Superóxido dismutase (Cu/Zn SOD), que tem função antioxidante semelhante a GSH-PX e sua produção e funcionamento estão diretamente ligados a concentração de cobre e zinco no organismo (deHAAN et al, 1994).

A proteção da membrana citoplasmática dos ovócitos é de extrema importância no momento da fecundação, pois esta exerce papel fundamental se despolarizando adequadamente permitindo a entrada do espermatozóide, e posteriormente liberando enzimas hidrolíticas que separam a membrana vitelínica da membrana celular impedindo a entrada de outros espermatozóides (LUZ e SCHOSSLER, 2002).

Outro mecanismo importante na ovulação é a produção e regulação da secreção de hormônios esteroides. Especialmente o zinco e selênio tem papel fundamental, visto que são mediadores da cascata do ácido araquidônico que é resultado da peroxidação de fosfolípidios da membrana celular pela ação da enzima fosforilase A (CARDOSO, 1997). O ácido araquidônico por sua vez dá origem as prostaglandinas (PGF<sub>2</sub>α e PGE<sub>2</sub>) que participam ativamente da liberação de gonadotrofinas, regressão do corpo lúteo e motilidade uterina. É sabido que as funções das células da granulosa são moduladas localmente pelos esteróides ovarianos. Basini *et al*, (2000), demonstraram a influência direta do selênio na

síntese e proliferação do estradiol (E2) nas células da granulosa em bovinos. Este estudo demonstrou, *in vitro*, a influência do selênio na redução dos efeitos prejudiciais dos peróxidos nas células, induzindo ao aumento da proliferação celular das células da granulosa, assim estimulando a viabilidade e proliferação do folículo.

### **2.3. PAPEL DOS MINERAIS NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO**

A taxa de ovulação, sem dúvida, é um dos principais fatores que influenciam na eficiência reprodutiva. Sendo assim, a intensa pressão de seleção para elevar este índice vem gerando um desequilíbrio entre este e o número de embriões que sobrevivem pós-concepção e a capacidade uterina. Este fato pode levar a competição por nutrientes entre os fetos, fazendo com que se desenvolvam mais animais com baixo peso, sinal característico do denominado crescimento intra-uterino retardado (CIUR) (FOXCROFT, 2006). O peso do leitão recém nascido está diretamente ligado ao seu desenvolvimento embrionário e fetal, que depende totalmente do suprimento de nutrientes. Desta forma, há duas situações que prejudicam o crescimento fetal, a incorreta nutrição da fêmea e a competição entre os fetos por nutrientes.

A maioria dos estudos realizados com minerais altera a concentração de ingredientes na alimentação e posteriormente avalia os resultados zootécnicos. Estudos mais recentes envolvem o mecanismo celular pelos quais estes afetam o desenvolvimento fetal. Hoestetler (2002) citou como principais minerais envolvidos no desenvolvimento e sobrevivência embrionária o cobre, iodo, ferro e, sobretudo selênio e zinco, sendo que, a deficiência destes minerais pode acarretar elevada incidência de morte embrionária.

O zinco é componente de várias metaloenzimas, estando envolvido diretamente em inúmeros processos enzimáticos associados ao metabolismo de carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2001). Deste modo, é elemento essencial em células onde o crescimento é ativo como nas gônadas. Embora a exigência específica de zinco durante a reprodução não tenha sido bem estabelecida, esta é, provavelmente, maior do que em outras fases da vida, devido à demanda de produção de material nucleico e proteínas para

o crescimento fetal (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1998). O mineral parece estar intimamente envolvido como cofator na síntese de DNA bem como na transcrição dos genes (LEHENINGER, 2000). Hostetler et al (2000) observaram que a concentração de zinco no feto foi 1,7 e 8,7 vezes maior do que nos ovários e útero de 12 a 30 dias de gestação, demonstrando sua participação ativa na síntese de DNA e conseqüentemente de proteína, em decorrência disso pode estar envolvido com a quantidade de fibras musculares produzidas, o que pode resultar em melhor peso ao nascer.

Hormônios esteroides são elementos importantes e reguladores no ciclo reprodutivos das fêmeas. Os receptores dos hormônios esteróides são encontrados no citosol e núcleo das células alvo e interagem diretamente com o DNA. O número de receptores na célula alvo não é fixo e sua formação e degradação envolvem um processo dinâmico, sendo que, muitas condições patológicas na reprodução são causadas por distúrbios nos receptores hormonais (JUBB, KENNEDY and PALMER 2007). O hormônio esteroide liga-se ao receptor celular formando um complexo que se liga aos elementos de resposta hormonal que são extensões de DNA dentro dos genes de resposta. Todo este processo é modulado pelos chamados “zinc fingers” ou dedos de zinco, que promovem a ligação do hormônio esteroide ao receptor, bem como a ativação nuclear da síntese de proteínas, o que é extremamente importante no início da gestação quando a produção de proteínas pelo feto e pelo útero são moduladas pela ação de hormônios esteroides como a progesterona (KLUG et al, 1987; MACKAY et al, 1998). Contudo, a progesterona também é responsável pela manutenção da gestação em suínos, assim, a falta de receptores celulares para este hormônio ou qualquer distúrbio em sua ação pode levar a reabsorção embrionária. Desta forma, a deficiência de zinco pode diminuir o número de animais nascidos, e enquanto a suplementação pode elevar esse índice.

O selênio também desempenha um importante papel no funcionamento uterino, pois sua função antioxidante é essencial para manter o ambiente uterino mais sadio para a passagem dos espermatozóides, no período do estro, e para receber o embrião e protegê-lo durante toda a gestação (SMITH, 2010). O sistema tioredoxina é o maior sistema redox do organismo, envolve a tireidoxina redutase TrxR, a tioredoxina e o NADPH (HOLBEN et al 1999). O mecanismo de redução de substrato envolve a transferência de elétrons do NADPH para o FAD. Além destes dois elementos existe a selenocisteína que é responsável pela função enzimática.

Vários processos no organismo dependem deste esquema de redução, como exemplo, o controle do estado redox para produção de desoxirribonucleotídeos e ativação de fatores de transcrição. Também, catalisa a redução de elementos necessários para a ação da ribonucleotídeo redutase, enzima essencial para a síntese de DNA (PAPP et al, 2007). Portanto, a ausência da selenocisteína pode comprometer o principal processo de oxi-redução do organismo, bem como a síntese de material genético que é essencial na fase de desenvolvimento embrionário.

A participação ativa dos minerais na resposta imune é um fator que pode também contribuir para o bom desenvolvimento fetal, visto que, uma vez a gestação estabelecida ela pode ser modulada pelo sistema imune materno (MICHELON, 2006). Macrófagos, células *Natural killer* e linfócitos T são recrutados ao útero em fase inicial de gestação, e é proposto que as citocinas liberadas por estas células estimulam o crescimento fetal e placentário. Também, o interferon liberado pelo feto em início de crescimento é um regulador do crescimento celular e também modulador do sistema imune; portanto uma deficiência mineral pode alterar o crescimento embrionário através do deficiente estímulo do sistema imune da fêmea culminando no não reconhecimento da gestação e consequente morte embrionária (NEVES et al, 2007).

Mahan e Peters (2004) compararam a eficiência reprodutiva de porcas suplementadas com fontes orgânicas e inorgânicas de Se *versus* fêmeas com suplementação basal. Os resultados demonstraram aumento do número de animais nascidos de fêmeas suplementadas, sendo que a concentração de Se nos tecidos da leitegada mostrou-se elevada bem como a concentração sanguínea de Se em fêmeas suplementadas com Se orgânico. O número de natimortos foi significativamente maior em fêmeas com suplemento basal e Se inorgânico, o que pode sugerir um aumento na reabsorção embrionária em animais com deficiência do mineral. Em 1974, Mahan submeteu fêmeas a dietas deficientes de Se e observou maior taxa de reabsorção embrionária e leitegadas menores do que em fêmeas com dietas adequadas de Se. Demonstrou, também, que conforme os partos avançam estes resultados vão se agravando. Além disso, a concentração do mineral em leitões de fêmeas com dieta adequada foi mais elevada, e tiveram um índice de mortalidade 21% menor do que na leitegada de fêmeas com dieta deficiente.

## 2.4 RESPOSTA IMUNE, MINERAIS E REPRODUÇÃO

O zinco e o selênio têm participação fundamental nos mecanismos de defesa, tanto humoral como celular. O zinco por estar envolvido na tradução, transporte e replicação do DNA, está fortemente presente na formação das imunoglobulinas. Neste contexto, também tem ação sobre a replicação de células da resposta celular como macrófagos e neutrófilos (FRAKER et al, 2000). O mineral pode ainda interferir no processo de fagocitose de macrófagos e neutrófilos, além da lise celular mediada por células *natural killer* (NK) (SHANKAR e PRASAD, 1998). Também exerce função reguladora na ativação da timulina, responsável pelo desenvolvimento de células brancas em linfócitos T (YOSHIDA et al 1999).

A deficiência na resposta imune de animais pode ser demonstrada em alguns trabalhos. Fraker et al (2000) encontraram aumento da mortalidade e da morbidade em cobaias submetidas a dietas restritivas de zinco e expostas a vírus e bactérias. Neste trabalho o peso de órgãos ligados ao sistema imune como timo e baço foi reduzido bem como o número de células T. Wirth et al (1989) submeteram camundongos a quatro dietas distintas, sendo três com deficiência de zinco em diferentes níveis e uma com níveis adequados do mineral. Observaram redução severa no peso do timo de animais com deficiência mineral, decréscimo na atividade fagocitária de macrófagos, bem como em seu número e redução do consumo alimentar e ganho de peso. Já animais submetidos a suplementação adequada apresentaram índices considerados normais.

A deficiência de selênio afeta os níveis sanguíneos de IgG e também a função das células T, podendo, com isso, determinar a maior prevalência de algumas doenças, inclusive reprodutivas. Devido à redução da GSH-px a atividade e meia vida de neutrófilos, macrófagos e linfócitos é diminuída, bem como, pode ocorrer redução na remoção dos antígenos, limitando a resposta humoral (HEFNAWAY e TORTORA-PEREZ, 2010). Muitos trabalhos relacionam a resposta imune à concentração de Se e vitamina E. Segundo Wuryastuti (1993), fêmeas suínas recebendo suplementação inadequada de Se e vitamina E apresentaram a capacidade fagocítica dos polimorfonucleares diminuída quando comparada com a de fêmeas suínas recebendo suplementação adequada de Se e vitamina E. A

atividade de GSH-px, neste mesmo trabalho, se mostrou inferior em todas as fases gestacionais em fêmeas submetidas a deficiência de selênio e vitamina E.

A combinação de selênio e vitamina E têm sido particularmente eficaz em aumentar as respostas de anticorpos de animais que eram deficientes em ambos os nutrientes (MARSH1981; DROKE e LOERCH 1989). Migdal e Kackzmarczyk (1993) relataram maior peso dos leitões ao primeiro dia de idade, aumento do ganho médio diário do nascimento ao desmame e diminuição da mortalidade com a suplementação de 0,3 mg Se + 150 mg vit E injetável, com aplicações 7 e 21 dias antes do parto. Estes resultados ratificam o observado por Mavromatis et al (1999) que verificaram aumento do número de leitões nascidos vivos além de aumento do peso do leitão ao nascimento e ao desmame por meio da suplementação de 30 mg de Se e 50 mg·kg de vit E.

Deste modo, há duas formas de ocorrerem problemas relacionados ao sistema imune e à reprodução mediados por minerais. Em animais desafiados imunologicamente a exigência de minerais, dentre outros nutrientes, para a ativação e manutenção do sistema de defesa é aumentada, deslocando assim minerais que estariam desempenhando funções junto ao sistema reprodutor já previamente citadas, tendo como consequências uma série de problemas reprodutivos. Em suínos pode-se esperar, neste caso, diminuição do número de animais nascidos e infertilidade. Por outro lado, se a nutrição mineral das fêmeas não estiver adequada haverá também a mobilização de minerais para manutenção de funções vitais, como o sistema de defesa, culminando com os mesmos problemas reprodutivos.

A relação entre a resposta imune da progênie de fêmeas suplementadas com minerais orgânicos com a concentração de Igs no colostro fornecido pelas mesmas foi efetuada por Formigoni et al (2011), que encontraram resultados animadores quanto ao reflexo na imunidade dos bezerros de vacas suplementadas com zinco orgânico, além de concentração superior de imunoglobulinas no colostro. Pesquisas realizadas em camundongos demonstram que a deficiência de zinco no período gestacional pode resultar em efeitos negativos sobre a imunidade da progênie, tais como, redução dos órgãos linfóides e concentração reduzida de imunoglobulinas (BEACH et al 1982). Neste último trabalho, após o nascimento as concentrações de IGM eram apenas 1% da concentração normal esperada, enquanto as concentrações de IgG e IgA ficaram em 40 e 60%, respectivamente, abaixo do

esperado. A resposta a antígenos T- dependentes também ficou abaixo da normalidade.

## **2.5 MINERAIS INJETÁVEIS**

Quando falamos em nutrição mineral, a questão que deve ser abordada é a fonte mineral utilizada, sua biodisponibilidade e a forma de aplicação. Os minerais podem ser fornecidos de duas formas, orgânica e inorgânica, tendo a primeira maior taxa de absorção e aproveitamento pela via oral. Neste sentido, existem inúmeras interações que ocorrem com os minerais inorgânicos e compostos orgânicos de origem vegetal e com a água que diminuem sua biodisponibilidade. Além disso, vários fatores no trato digestivo animal também contribuem para a menor absorção dos mesmos tais como: pH do meio, o conteúdo e presença de outros minerais causando interações que impeçam sua absorção. Quando as fontes minerais inorgânicas (óxidos, sulfatos, cloretos, carbonatos e fosfatos) chegam ao estômago ocorre uma dissociação de moléculas liberando os íons metálicos (Zn, Se, Mn). Em seguida, no intestino estes íons livres necessitam de um agente ligante que os carregue para dentro do enterócito para que atinjam a corrente sanguínea, o que ocorre é que muitas vezes estes íons não encontram este agente ligante, sendo eliminados sem aproveitamento.

Estas interações deixam de acontecer quando os minerais são unidos à substâncias orgânicas que favorecem sua absorção e inibem as ligações com substâncias do meio e até mesmo outros minerais que possam formar complexos indigeríveis. A absorção destes minerais orgânicos pode ocorrer de duas formas, o mineral pode ser ligado a borda de escova e absorvido pelo enterócito, ou na maioria das vezes, o agente orgânico é absorvido e leva consigo o mineral (KIEFER, 2005).

Segundo Wittemore e Close (2002) é muito difícil estimar a necessidade adequada de minerais como ocorre com proteínas e energia, dada a questão da instabilidade dos minerais. As estimativas são, em geral, baseadas em um nível mínimo para que não ocorram sinais de deficiência e não para promover um

incremento na produtividade ou imunidade. Ainda, a indústria utiliza minerais inorgânicos em suas fórmulas e recomendações, porém, aumenta substancialmente suas doses em detrimento a perda intestinal, ação sem resultados dada a capacidade limitada de absorção. Entretanto isso pode até gerar problemas entéricos e até mesmo ambientais devido a alta excreção de minerais nas fezes.

Contudo, mesmo os minerais orgânicos sofrem dificuldades de absorção, não sendo totalmente biodisponíveis pela via oral. Outra forma de suplementação mineral é a forma injetável. Aplicado pela via subcutânea os minerais são disponibilizados imediatamente na corrente sanguínea sem sofrer nenhum tipo de interação para sua absorção e biodisponibilidade, podendo ser orgânicos ou inorgânicos. São distribuídos por esta via e armazenados nos tecidos alvo.

Trabalhos comparando os resultados de minerais orgânicos *versus* minerais inorgânicos vêm sendo realizados nos últimos anos. Mahan e Peters (2004), demonstraram que na suplementação com selênio orgânico comparado ao inorgânico há um aumento no número de leitões nascidos bem como do peso dos mesmos ao nascimento. Da mesma forma, Sara (2005), observou incremento significativo de peso ao desmame de leitões provenientes de fêmeas suplementadas com selênio orgânico, comparadas a fêmeas com suplementação inorgânica. Resultados em bovinos também são animadores; o número de folículos existentes bem como o de embriões recuperados para posterior transferência foi demonstrado ser significativamente superior em animais tratados com minerais orgânicos (LAMB et al, 2008). Também Payne et al (2006) observaram aumento do número de leitões nascidos e maior peso ao desmame em leitões de fêmeas alimentadas com suplementação de zinco orgânico em comparação ao zinco inorgânico.

Relacionado aos minerais injetáveis, também alguns trabalhos demonstram bons resultados. Ronald et al (2008), suplementaram fêmeas suínas com selênio inorgânico e vitamina E injetáveis 5 dias antes da cobertura e com 30 e 60 dias de gestação e observaram aumento significativo da leitegada. Resultados parecidos obtiveram Chavez e Patton (1986), quando suplementaram fêmeas suínas com selênio inorgânico e vitamina E de forma injetável nos 30, 60 e 100 dias de gestação. Em bovinos os resultados com relação à fertilidade e minerais injetáveis não diferem dos resultados em suínos. Há evidência do aumento da taxa de concepção, aumento do peso do recém-nascido bem como diminuição na taxa de animais com retenção de placenta (MACHADO et al 2013; ARECHIGA, et al 1994).



## 2.6 PROBLEMAS LOCOMOTORES, REPRODUÇÃO E MINERAIS

Problemas locomotores têm sido associados, principalmente as lesões de casco, aos distúrbios reprodutivos e a menor longevidade das fêmeas no rebanho. Quando o animal apresenta claudicação é importante entender quais os efeitos da doença sobre a fêmea, sobre sua produção e sobre a economia da granja. O custo com a fêmea removida, geralmente, é considerado baixo, visto que o valor de saída do animal abatido é muito próximo ao de entrada do animal no rebanho. O que não é levado em consideração é o custo reprodutivo desta remoção.

Silva et al (2010) realizaram trabalho relacionando as principais lesões de casco ao desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. Foram examinadas 1.500 fêmeas, das quais, foram removidas 343 matrizes que apresentavam algum tipo de lesão nos cascos. Os autores demonstraram que estas fêmeas apresentaram um número inferior de nascidos ao restante do rebanho, e que quanto mais grave era a lesão menor era o desempenho reprodutivo. Estas observações ratificam os achados de Anil et al (2009) que encontraram interações significativas entre os fatores de risco claudicação e lesões de casco com o total de leitões nascidos, nascidos vivos, natimortos, mortalidade na maternidade e longevidade da matriz. Os mesmos autores em 2008, da mesma forma, associaram a remoção de fêmeas do plantel à baixa produtividade devido a lesões de casco, sendo esta, uma das principais causas da retirada de matrizes do plantel. Eles demonstraram que a claudicação pré-parto está associada também ao baixo consumo de ração na maternidade resultando em uma leitegada desmamada com menor peso.

Bradley et al (2007), nos EUA, relacionaram as principais lesões de casco com as perdas reprodutivas e chegaram a um total de dez lesões principais entre rachaduras e inflamação de tecidos moles nas estruturas do casco que podem levar a perdas na eficiência do rebanho. Outro dado encontrado pelos autores foi de que a parição em que existe maior número de fêmeas apresentando lesão é de um a dois partos, o que pode também explicar, tanto em nosso país quanto no país de origem

do trabalho, a idade cada vez mais jovem em que fêmeas suínas são removidas do rebanho por baixa produtividade.

O problema das lesões de casco não é recente, Dellaire et al (1987), descreveram as principais causas de remoção e abate de matrizes suínas nos EUA, dentre elas, como principais, as falhas reprodutivas e os problemas locomotores. Porém o que chama atenção no trabalho é que estas causas são as que determinam a remoção de fêmeas mais jovens, o que é reforçado pelo trabalho de Lucia et al (2000) que monitorou 29 granjas durante 5 anos nos EUA. Deen (2009) atribui também as remoções por falhas reprodutivas a problemas locomotores e cita que, após um diagnóstico adequado do distúrbio locomotor a taxa de manutenção da fêmea no plantel é bastante superior, bem como, seus índices produtivos.

Dados coletados no Brasil, com relação ao descarte de fêmeas suínas, têm números semelhantes. Ulguim (2011) descreveu, em um trabalho, com mais de 5.000 matrizes descartadas em UPLs e quarto sítio, que os problemas locomotores são uma das principais causas de descarte ou no quarto sítio a principal causa. O autor demonstrou que no quarto sítio, distribuídas em fêmeas cobertas e não cobertas, a incidência de descarte por problemas locomotores chega a 45,4%; o dobro das descartadas por falhas reprodutivas. Já em UPLs este número por problemas locomotores é menor, alcançando taxa de 12%, tendo como principal causa as falhas reprodutivas. Porém, considerando o alto índice de problemas no quarto sítio, pode-se sugerir que estas falhas reprodutivas podem estar ligadas também a afecções locomotoras.

A interação entre problemas locomotores e falhas reprodutivas, como foi citado acima, pode ser demonstrada em vários trabalhos. Segundo Ward, (2012), sua hipótese é de que os problemas locomotores gerem resposta inflamatória local e sistêmica, levando a diminuição nos níveis de esteróides sexuais. Quando o organismo está frente a uma inflamação, ocorre a liberação de uma cascata de moléculas polipeptídicas chamadas citocinas, algumas destas podem agir diretamente no ovário (IL-6, TNF e IL-1) que regulam a esteroidogênese. A IL-1 age no hipotálamo inibindo a secreção de GnRH que diminui a secreção das gonadotrofinas e os níveis de esteróides sexuais, levando a apoptose das células ovarianas. Além disso, a resposta inflamatória e liberação de citocinas causam mudança em como os nutrientes serão utilizados e priorizados pelo organismo, assim órgãos e processos do sistema imune terão prioridade sobre outro

metabolismo na produção. Sistemas de sobrevivência também terão prioridade, ficando a reprodução com deficiência de nutrientes. Isto ajuda a explicar porque fêmeas com claudicação e problemas locomotores apresentam aumento no número de abortos e absorção de embriões, diminuição do tamanho da leitegada além de repetições de cio (WILSON e WARD 2010).

Diante do problema, buscam-se alternativas para que os problemas locomotores não afetem o rebanho a tal proporção gerando perdas econômicas na fertilidade, bem como, o descarte precoce de fêmeas. Uma das alternativas encontradas está na suplementação com minerais, especialmente o zinco, que tem participação ativa na conformação dos cascos e sua estrutura saudável.

Os minerais zinco e Selênio são muito importantes no processo de formação das queratinas, proteínas estruturais da epiderme, cascos e chifres. Os cascos são produzidos pela diferenciação (queratinização) destas proteínas. Este processo transforma células vivas e funcionais em células estruturais sem atividade metabólica, sendo que este processo é mediado por controles hormonais, fluxo de nutrientes e ambiente. Quando o suprimento de nutrientes para as células de queratina é comprometido ou completamente alterado, há falhas no processo de queratinização, gerando tecido mais susceptível a lesões, podendo levar os animais a claudicação (TOMLINSON et al, 2004). O zinco tem sido identificado como um mineral chave para o processo de queratinização. Ele ativa enzimas (metaloenzimas) responsáveis pela diferenciação dos queratinócitos e também desempenha um importante papel na formação estrutural das proteínas durante o processo de queratinização. (TOMLINSON et al, 2004). O selênio caracterizado pela sua capacidade de agir nos processos de oxi-redução desempenha papel fundamental na proteção das membranas lipídicas intra e extracelulares contra o dano oxidativo. Desta forma, no processo de formação dos cascos, o Se pode contribuir na proteção e manutenção da função fisiológica da matriz extracelular rica em lipídios, que faz a conexão entre os queratinócitos (TOMLINSON et al, 2004).

A suplementação com zinco orgânico pode contribuir para a diminuição da gravidade das lesões dos cascos (SURIYASOMBOON et al, 2010). Da mesma forma a suplementação com zinco pode prevenir o aparecimento de lesões de casco por proporcionar melhor queratinização, mantendo assim o casco mais saudável e menos propenso as adversidades do ambiente (SILVA, et al 2010). Também neste sentido, trabalhos utilizando minerais orgânicos em substituição a minerais

inorgânicos tem mostrado bons resultados na redução de problemas locomotores. Zhao (2010) observaram redução de mais de 50% no índice de descartes por problemas locomotores em fêmeas alimentadas com minerais orgânicos em comparação a fêmeas alimentadas com minerais inorgânicos. Já Anil (2009) demonstram redução significativa no índice de fêmeas com lesões de casco alimentadas com minerais orgânicos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido em uma Unidade Produtora de Leitões com 4.000 porcas, localizada no Oeste do estado do Paraná, Brasil. Foram utilizadas no estudo 400 leitoas de mesma linhagem genética, lote, origem e período de alojamento. As fêmeas foram divididas em dois grupos, um recebendo o mineral injetável com 178 fêmeas e outro utilizado como controle sem suplementação com 176 fêmeas. A alimentação foi a mesma para os dois grupos, sendo que o suplemento mineral na ração foi realizado na forma inorgânica.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, adotando-se um esquema fatorial 2X2 composto por fornecimento ou não de aditivo nas parcelas e dois partos nas subparcelas, com 178 repetições no grupo controle e 176 repetições no grupo tratado. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento GLM e teste de comparação múltipla de médias (Tukey), disponível no pacote estatístico SAS (versão 9.0). Nas análises estatísticas foi adotado o nível de significância de 5%.

As fêmeas do grupo tratado receberam via injetável, 1 mL/20 Kg (80 mg de zinco por ml) de um produto comercial a base principalmente de Zinco orgânico e, 1 ml/ 100kg (37,5 g de selênio por ml) de um produto comercial a base principalmente de selênio. Ambos os produtos foram aplicados via subcutânea na região do pescoço, atrás da curvatura da orelha (figura 1). O conteúdo dos produtos utilizados está descrito na tabela 02.

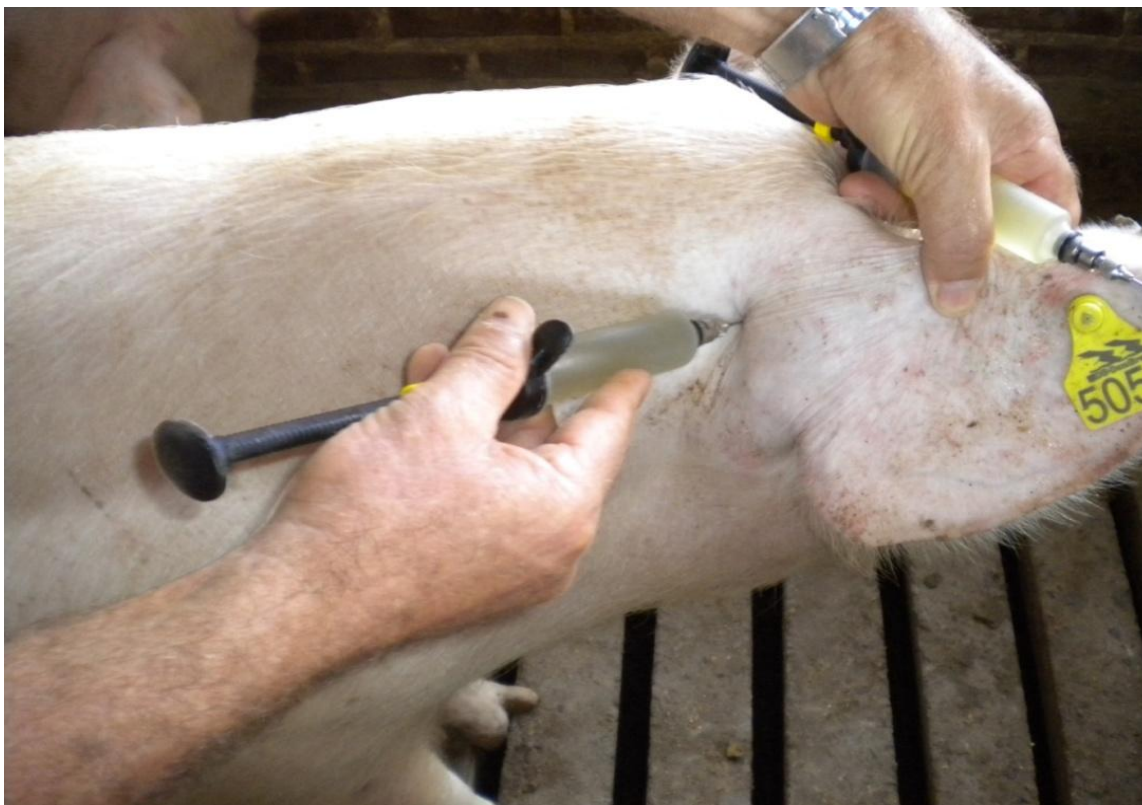


Figura 01 - Local de aplicação dos minerais injetáveis.

Tabela 02 - Composição mineral dos produtos utilizados no estudo, Zimag e Selenfos, Laboratório Formilvet.

<b>Mineral Injetável Zinco</b>	100 ml	<b>Mineral injetável Selênio</b>	100 ml
Lactobionato de magnésio	30,00g	Selenito de sódio anidro	0,375 g
Lactobionato de cálcio	15,00g	Vitamina D2 hidrossolúvel	6.000.000 U.I
Lactobionato de zinco	8,00g	Vitamina. E acetato hidrossolúvel	25.000 U.I
Lactobionato de cobalto	1,00g	Glicerofosfato de sódio anidro	20,0 g
Lactobionato de cobre	0,50g	Fosfato tricálcico	15,0 g
Lactobionato de manganês	0,45g		
Glicerofosfato de sódio	5,00g		

Os produtos foram aplicados de forma individual com seringa e agulhas 10x15 que eram trocadas a cada 10 aplicações.

O protocolo de aplicação dos minerais orgânicos injetáveis começou na fase de puberdade na chegada das leitoas no quarentenário aos 150 dias de idade com peso médio de 100 kg, quando receberam a primeira dose dos dois produtos. A segunda aplicação foi realizada na pré-cobertura aos 210 dias de idade, seguida de

uma terceira aplicação aos 80 dias pós-cobertura. Após o primeiro parto as aplicações subseqüentes foram realizadas aos 21 dias e 80 dias pós-cobertura até o segundo parto. O manejo da granja não teve alterações no período do desenvolvimento do projeto.

As fêmeas dos dois grupos permaneceram na rotina da granja sem qualquer tratamento especial além da aplicação dos minerais no grupo tratado. Os índices avaliados foram o total de leitões nascidos, total de leitões nascidos vivos, peso ao nascimento, intervalo desmame cio e índice de retornos ao cio. O total de nascidos foi avaliado conforme ficha individual de cada fêmea presente na granja, da mesma maneira para o número de nascidos vivos, intervalo desmame cio e retornos ao cio.

O peso ao nascimento foi obtido pelo peso total da leitegada dividido pelo número de leitões nascidos vivos.

#### **4. RESULTADOS**

Não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre a suplementação mineral e a ordem de parto para o número de leitões nascidos, nascidos vivos, peso da leitegada ao nascimento e intervalo desmame cio. A suplementação mineral afetou significativamente ( $p < 0,05$ ) o número de leitões nascidos e o número de leitões nascidos vivos.

As fêmeas suplementadas obtiveram média de leitões nascidos vivos (LNV) e totais (LNT) nos dois partos, superior ao do grupo controle (Tabela 03). Neste sentido, o grupo tratado apresentou 0,66 LNT e 0,56 LNV a mais que o grupo controle.

A distribuição dos LNT relacionado ao número de fêmeas que pariram o respectivo número de leitões pode ser observada no gráfico 01 e 02. Estes números demonstram que no primeiro parto a tendência de ambos os grupos foi da maior concentração de fêmeas parindo acima de 10 leitões (71% para o grupo controle e 80% para o grupo tratado), havendo uma tendência de um maior número de fêmeas parirem acima de 12 leitões no grupo tratado (51% ante a 39% do grupo controle).

Já no segundo parto o comportamento de ambos os grupos foi diferente, pois ambos tiveram aumento no número de leitões nascidos, porém, a distribuição das partições por número de nascidos foi diferenciada. No grupo controle há uma concentração de fêmeas parindo de 8 a 10 leitões (39%) o que não ocorre no grupo tratado (23%). Além disso, há outro grupo de fêmeas concentrado dentro do grupo controle entre 13 e 14 leitões tendo 23% das fêmeas parindo este número de leitões contra 19% do grupo tratado. A diferença com relação ao número de fêmeas parindo acima de 10 leitões, neste parto, foi menor do que no primeiro parto, apresentando o grupo controle uma porcentagem de fêmeas de 71% contra 75% do grupo tratado. Neste segundo parto observamos também que o número de partos acima de 15 leitões é praticamente o dobro no grupo tratado com relação ao grupo controle.

Com relação ao peso da leitegada ao nascimento, não foi encontrada diferença estatística ( $p > 0,05$ ) com relação aos grupos controle e tratado. A ordem do parto afetou significativamente ( $p < 0,05$ ) o peso da leitegada e o intervalo desmame cio. Houve um aumento no peso da leitegada no segundo parto com relação ao primeiro parto e uma diminuição do intervalo desmame cio do primeiro para o segundo parto.

O número de fêmeas que retornaram ao cio não diferiu entre os grupos, sendo que no grupo tratado 21 fêmeas (14 no primeiro parto e 7 no segundo) retornaram ao cio, enquanto no grupo controle 20 fêmeas (9 no primeiro parto e 11 no segundo) apresentaram retorno.

Tabela 03: Número de leitões nascidos totais (LNT) e nascidos vivos (LNV), peso da leitegada ao nascimento e intervalo desmame cio.

<b>LNT</b>	Parto		Média
	1º	2º	
Grupo			
Controle	11,20	11,37	11,28b
Tratado	11,88	12,00	11,94a
Média	11,53	11,67	11,60
<b>LNV</b>	Parto		Média
	1º	2º	
Controle	10,82	10,77	10,80b
Tratado	11,42	11,29	11,36a
Média	11,12	11,02	11,07
<b>Peso da leitegada</b>	Parto		Média
	1º	2º	
Controle	1415,28	1442,11	1428,13
Tratado	1426,91	1441,39	1433,89
Média	1420,83B	1441,76A	1430,89
<b>Intervalo Desmame-cio</b>	Parto		Média
	1º	2º	
Controle	4,43	4,20	4,32
Tratado	4,32	4,15	4,26
Média	4,37A	4,18B	4,29

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para os valores de parto.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para os valores de tratamento.



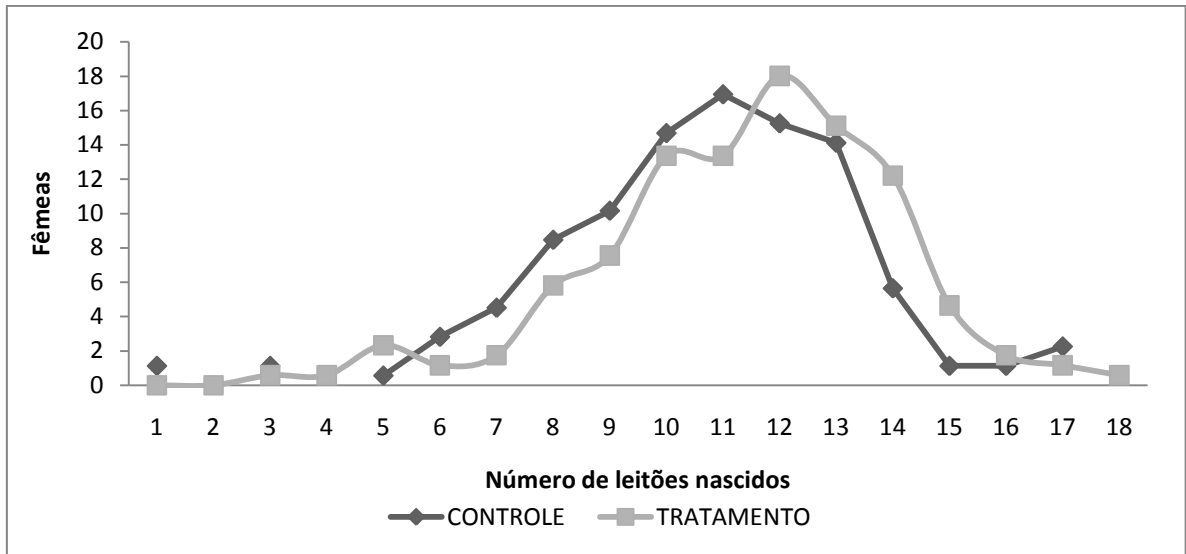


Gráfico 01: Distribuição de fêmeas por número de leitões nascidos no primeiro parto.

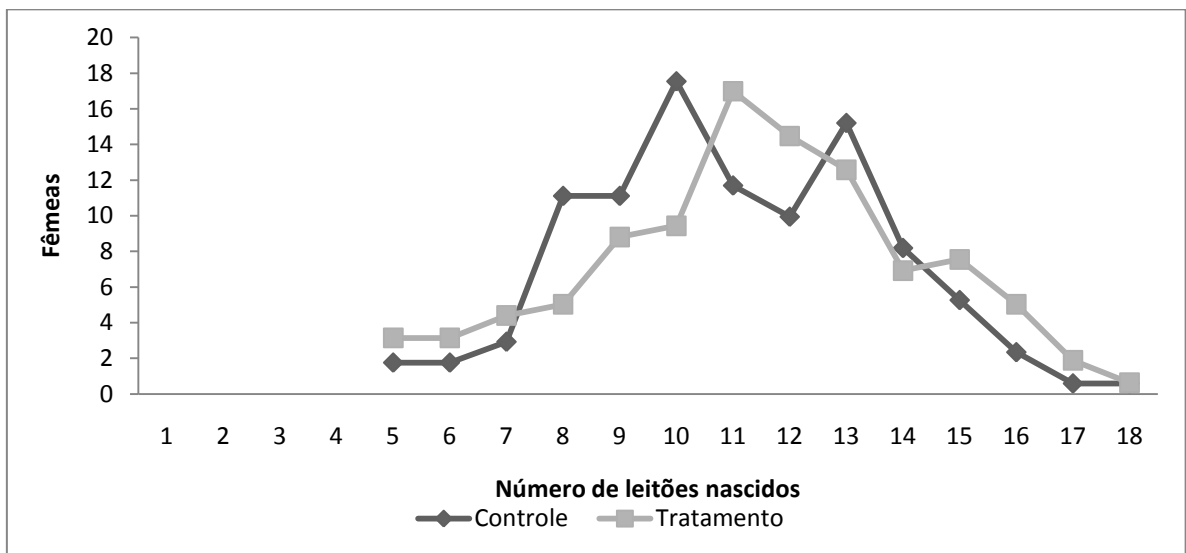


Gráfico 02: Distribuição de fêmeas por número de leitões nascidos no segundo parto.

## 5. DISCUSSÃO

O melhor resultado no LNT no grupo tratado comprova a participação dos minerais zinco e selênio na melhoria deste índice. Para ambos os partos houve aumento significativo no total de nascidos. Resultado similar obtiveram Esquerre et al (2010) quando suplementaram 18.000 matrizes nos EUA, sendo metade delas suplementada com 50% de zinco orgânico e 50% de zinco inorgânico e, a outra metade, suplementada apenas com zinco inorgânico. Os autores observaram ao longo da vida reprodutiva o aumento de 3.32 leitões nascidos por fêmea tratada com 50% de zinco orgânico na dieta. Porém, este resultado difere do obtido por Fehse et al (2006) que suplementou apenas 25% do total de zinco na forma orgânica não sendo observado diferença no total de nascidos. Assim, pode-se sugerir que exista um mínimo a ser suplementado com mineral orgânico pela via oral para obter resultados satisfatórios neste índice, ou ainda que pode-se utilizar a suplementação injetável como forma de obtenção de zinco suficiente para a melhora do resultado.

Com relação ao selênio, Ronald et al (2008) encontraram aumento significativo no tamanho da leitegada quando suplementaram fêmeas com selênio injetável (3mg/animal) em duas aplicações aos 30 e 60 dias de gestação. O total de nascidos das fêmeas suplementadas foi de 11,5 frente a 10,1 do grupo não suplementado. Já Mahan (1994) observou que leitões suplementadas com Se e vitamina E ao longo de três paridades também resulta no aumento no tamanho da leitegada no nascimento, resultado que ratifica o encontrado por Chavez e Patton (1986) que observaram que a suplementação por meio de injeções periódicas de vitamina E e selênio resultou em aumento do tamanho e peso da leitegada no nascimento e desmame.

O aumento no número total de leitões nascidos observado no presente estudo pode estar relacionado a participação ativa do zinco e selênio no desenvolvimento embrionário e ovulação. Com relação a sobrevivência pré-natal observa-se que esta não é alterada com o aumento no número de ovulações até os 35 dias, mas cai drasticamente após este período. Segundo Foxcroft et al (2000), rebanhos com altas taxas de ovulação também podem ter altas taxas de mortalidade embrionária e fetal. De acordo com este autor, uma fêmea libera em média 26,6 ovócito por cio, os quais praticamente todos são fertilizados. Ao redor do 25<sup>o</sup> de gestação o número de

conceptos cai para 15,9 e após 36 dias de gestação, para 12,9. Assim, pode ocorrer influência da suplementação mineral em duas fases reprodutivas, primeiro na ovulação, aumentando a taxa de ovulações e conseqüentemente o número de nascidos, e/ou atuando diretamente no desenvolvimento embrionário, participando de sua viabilidade e diminuindo a taxa de absorção.

Outro fato que deve ser observado é a participação dos minerais na redução e prevenção das lesões do sistema locomotor, principalmente os cascos. Cerca de 72% dos animais examinados no local do experimento apresentaram algum tipo de lesão de casco, sendo fêmeas com números de parição variados. Para alguns autores as lesões de casco são responsáveis pela redução do número total de leitões nascidos (BRADLEY et al, 2007; SILVA et al, 2010; ANIL et al, 2008).

O total de leitões nascidos vivos acompanha o número total de leitões nascidos, pois em ambos os partos houve diferença para este índice entre os tratamentos, o que também comprova que a mortalidade no parto e natimortos foi a mesma nos dois grupos, apesar do aumento no total de nascidos. Isto pode também estar relacionado à manutenção da média de peso ao nascer, demonstrando que mesmo com o aumento significativo da leitegada os animais estavam em condição adequada de peso para o nascimento. Vários autores demonstram que conforme aumenta o número de animais nascidos maior é a mortalidade ao parto e menor é o peso médio da leitegada (DIAL et al, 1992; CUTLER et al, 1999). Borges et al (2008) demonstraram que a maior taxa de natimortalidade está em leitões mais leves, pois o baixo peso predispõe a morte, devido o menor vigor dos leitões e maior risco de asfixia ao parto. Ainda, Machado et al (2013), observaram que fêmeas bovinas tratadas com injeções de zinco e selênio periódicas apresentaram menores chances de apresentar natimortos e endometrites do que nas fêmeas controle sem o tratamento. Resultado que ratifica o encontrado por Chavez e Patton (1986) onde fêmeas suínas suplementadas com selênio injetável apresentaram índice significativamente menor de natimortos com relação ao grupo controle. Mahan et al (2004) obtiveram os mesmos resultados com suplementação de selênio orgânico.

Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa na média de peso ao nascimento, o aumento da leitegada predisporia ao baixo peso, porém não somente este se manteve como apresentou discreto aumento com relação ao grupo controle. O peso ao nascer está diretamente ligado a nutrição recebida pela fêmea e aporte adequado de minerais para o perfeito desenvolvimento das fibras musculares. Neste

contexto, zinco e selênio estariam envolvidos no desenvolvimento intra-uterino e consequente peso mais elevado ao nascer. O zinco, por estar envolvido diretamente na produção de material nucléico e proteínas modulando o desenvolvimento fetal tem sua concentração muito elevada no feto em formação (HOSTETLER, 2000). O selênio, por sua vez, participando em sua função antioxidante através das metaloenzimas, realiza a proteção celular contra peróxidos gerados pelo metabolismo, os quais têm presença marcante nesta etapa onde a atividade celular é mais presente.

Esquerria et al (2010) observaram aumento de peso médio de 113 gramas por leitão em leitegadas provenientes de porcas suplementadas com zinco orgânico. Estes resultados diferem dos obtidos por Fehse et al (2006), Kalinowski e Chavez (1984) e Hedges et al (1976) que não observaram maior peso ao nascimento em leitegadas de fêmeas suplementadas, embora nestes últimos trabalhos a suplementação com zinco tenha sido feita de forma inorgânica em sua totalidade, ou na forma orgânica em dose mais baixa em substituição parcial ao zinco inorgânico. Todavia, alguns trabalhos com suplementação em fêmeas chamam atenção para o fato de leitões amamentados por fêmeas suplementadas com zinco terem apresentado peso ao desmame significativamente maior do que os grupos controle, mesmo não havendo diferença estatística no peso ao nascimento (HEDGES et al, 1976; PAYNE et al, 2006; WILSON et al, 2013). O que poderia indicar que os animais estariam recebendo maior quantidade do mineral via leite devido a suplementação (PETERS, 2006), e esta estaria contribuindo para este ganho, ou ainda que a imunidade conferida a estes animais via modulação pelo zinco poderia fazer com que os animais ficassem menos suscetíveis a doenças, assim tendo melhor desempenho. Payne et al (2006) observaram maior altura das vilosidades intestinais em leitegadas filhas de animais suplementados com zinco orgânico, conferindo assim melhor desempenho na absorção de nutrientes.

Os resultados obtidos com suplementação de selênio não diferem com relação ao incremento no peso ao nascer, bem como no peso ao desmame. Sara et al (2005) observaram aumento do peso ao nascer, bem como aumento do ganho de peso na maternidade em leitões filhos de fêmeas suplementadas com selênio orgânico, e atribui o resultado a maior concentração do mineral transportado via placenta e leite. Para Young et al (1977) e Mahan (1974) a concentração do mineral no leite aumenta consideravelmente quando fêmeas são suplementadas. Mahan et

al (2004) observaram também maior peso da leitegada ao nascer com o uso de selênio orgânico e inorgânico administrados por via oral. Também, Ronald et al (2008) observaram incremento de peso ao desmame, mesmo não havendo melhoria no peso ao nascer, em leitões provenientes de fêmeas suplementadas com selênio. Estes autores atribuíram este ganho de peso a um incremento na imunidade destes animais. Wuryastuti et al (1993) encontraram melhora na resposta imune de fêmeas suplementadas com selênio e vitamina E, bem como aumento na concentração de células polimorfonucleares no colostro destas fêmeas.

Observou-se, também, que no primeiro parto houve maior concentração de fêmeas parindo acima de 12 leitões no grupo tratado com relação ao grupo controle, o que pode ser explicado pela melhor taxa de ovulação eventualmente obtida, bem como redução na reabsorção embrionária. Isto contribuiu para que a média de nascidos totais fosse elevada neste parto. No segundo parto observou-se aumento do número de fêmeas no grupo controle parindo leitegadas com 8 a 10 leitões, caracterizando a síndrome do segundo parto; fato que, no grupo tratado, pode ter sido amenizado pela suplementação mineral. Neste segundo parto observou-se ainda que o número de fêmeas com leitões acima de 15 representou o dobro do grupo controle, indicando a necessidade de suplementação conforme ocorre o aumento da idade de partições, refletindo positivamente na hiperproliferação das matrizes.

Quanto ao intervalo desmame cio (IDC) não houve alterações em ambos os grupos, embora fosse esperado que no grupo tratado este tempo fosse diminuído em virtude da suplementação, principalmente do selênio. Vale ressaltar que a granja onde o estudo foi realizado praticava manejo adequado visando a redução do IDC, o que pode explicar os dados semelhantes nos dois grupos. A diminuição no IDC foi encontrada por Arechiga et al (1994) suplementando bovinos com selênio e vitamina E de forma injetável; os autores observaram diminuição no IDC em fêmeas tratadas, bem como a taxa de concepção maior neste grupo.

## **6. CONCLUSÃO**

A suplementação com zinco e selênio na forma injetável aumenta o número de leitões nascidos totais e de nascidos vivos. A ordem de parto interfere positivamente no peso da leitegada e na redução do intervalo desmame cio.

## 7. REFERÊNCIAS

ANIL, S.; ANIL, L., DEEN, J. Effects of periparturient lameness and lactation feed intake on sow longevity. Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, Durban, South Africa, 2008.

ANIL, S.; ANIL, L., DEEN, J. Effect of lameness on sow longevity. J Am Vet Med Assoc, Vol 235, No. 6, September 15, 2009.

ANIL, S.S. et al Evaluation of the supplementation of complexed trace minerals on the number of claw lesions in breeding sows. Manipulating pig production XII, Australian Pig Sci. Assn. Cairns, Austrália, Nov 22-25, p.108.

ARECHIGA, C.F.; ORDZ, O.; HANSEN, P.J. Effect of prepartum injection of vitamin e and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. Theriogenology 41, p.1251-1258, 1994.

BASINI, G.; TAMANINI, C. Selenium stimulates estradiol production in bovine granulosa cells: possible involvement of nitric oxide. Domestic Animal Endocrinology 18, p. 1–17, 2000.

BEACH, R.S. GERSHWIN, M.E.; HURLEY, L.S. Gestational Zinc Deprivation in Mice: Persistence of Immunodeficiency for Three Generations. Journal of Animal Science, vol. 218, 29 OCTOBER 1982.

BOOTH, P.J. et al. Nutritional manipulation of growth and metabolic and reproductive status in prepubertal gilts. Journal of Animal Science, 72, p.2415-2424, 1994.

BORGES, V.F. et al; Perfil de natimortalidade de acordo com a ordem de nascimento, peso e sexo de leitões. Arq. Bras. Med.Vet. Zoot., vol 60, n.5, p.1234-1240, 2008.

BRADLEY, C.L.; FRANK, J.K. et al. Characterization of Claw Lesions Associated with Lameness in the University of Arkansas Sow Herd. Arkansas Animal Science Department Report, 2007.

CARDOSO, F.C.M. Zinco, cobre e selênio na Inflamação. Journal Biomolecular Medicine Free Radicals, Vol 3 num 02, 1997.

CHAVEZ E. R.; PATTON, K.L. Response to injectable selenium and vitamin e on reproductive performance of sows receiving a standard commercial diet. Journal of Animal Science 66: 1065-1074, 1986.

CLEMMONS, D.R., CAMACHO-HUBNER, C., JONES, J.I., MCCUSKER, R.H., BUSBY, W.H. Modern conceptus of insulin-like growth factors. In: Spencer, E.M. (Ed.), Insulin-like Growth Factor Binding Proteins: Mechanisms of Action at the Cellular Level. Elsevier Science, New York, p.475-486, 1991.

CLOSE, H.W., Mineral nutrition of hyperprolific sows. Memorias del X Congreso Nacional de Producción Porcina, Mendoza, Argentina, 2010.

CLOSE, W.H. Trace mineral nutrition of pigs revisited: meeting production and environmental objectives. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, Volume 14 (2003).

COMINETTI, C.; BORTOLI, M. C.; ABDALLA, D. S. P.; COZZOLINO, S. M. F. Estresse oxidativo, selênio e nutrigenética. Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 36, n. 3, p.131-153, dez. 2011.

CUTLER, R.S. et al. Preweaning mortality. In: STAW, B.E; D'LLAIRE, S.; MENGELING, W.L. et al. Diseases of Swines. Ames: Iowa State University, p.985-1002, 1999.

D'ALLAIRE, S.; STEIN, T.E.; LEMAN, A.D. Culling patterns in selected Minnesota swine breeding herds. Can J Vet Res; 51, p.506-512, 1987.

DAMGAARD POULSEN, H. Minerals for sows. Significance of main effects and interactions on performance and biochemical traits. PhD Thesis, University of Kobenhavn, Denmark, 1993.

DEEN, J. Managing lameness in sows. Allen D. Lemman Swine Conference, p.126-127, 2009.

DEHAAN, J.B., TYMMS, M.J., CRISTIANO, F., KOLA, I. Expression of copper/zinc superoxide dismutase and glutathione peroxidase in organs of developing mouse embryos, fetuses, and neonates. Pediatric Research 35, p.188-196, 1994.

DIAL, G.D. et al; Reproductive failure: differential diagnosis. In: LEMAN, A.D. et al; Diseases of swine. London: Wolfe, p.88-137, 1992.

DROKE, E. A.; LOERCH, S. C. Effects of parenteral selenium and vitamin E on performance, health and humoral immune response of steers new to the feedlot environment. Journal of Animal Science 67, 1350-1359, 1989.

ESQUERRA, R. et al. O desafio da nutrição micromineral e seu impacto na produtividade da matriz e da progênie. Anais IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura. Chapecó SC. 2011 p. 68-85

FEHSE, R.; CLOSE, W.H.; The effect of the addition of organic trace elements on the performance of a hyper-prolific sow herd. Fehse Consultancy, Berg, Switzerland. Close Consultancy, Wokingham, United Kingdom, 2006.

FORMIGONI, A.; FUSTINI, M.; ARCHETTI, L.; EMANUELE, S.; SNIFFEN, C.; BIAGI, G. Effects of an organic source of copper, manganese and zinc on dairy cattle productive performance, health status and fertility. Animal Feed Science and Technology 164, p.191-198, 2011.

FOXCROFT, G.; DEGEINSTEN, K.; TERLETSKI, S; WELLWN, A.; VINSKY, M.; PETTERSON, J.; NOVAK, S. and WILLIAMS, N. Understanding the characteristics of contemporary maternal line sows. Manitoba Swine Seminar, Vol 20, 16pp. 2006.



FOXCROFT, G.; WILSON, M.; VONNAHME, K. et al. Changing patterns of prenatal loss in commercial sow genotypes. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 14, Stockholm, 2000.

FRAKER, P.J.; KING, L.E.; LAAKKO, T.; VOLLMER, T.L. The dynamic link between the integrity of the immune system and zinc status. The Journal of Nutrition. American Society for Nutritional Sciences, 2000.

HEDGES, J.D.; KORNEGAY, E.D.; THOMAS, H.R. Comparison of dietary zinc levels for reproducing sows and the effect of dietary zinc and calcium on the subsequent performance of their progeny. Journal of Animal Science, Vol. 43, No. 2, 1976. F ANIMAL SCIENCE, Vol. 43, No. 2, 1976

HEFNAWY, A.G.; TÓRTORA-PÉREZ, J.L. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. Small Ruminant Research 89, p.185-192, 2010.

HOLBEN, D. H.; SMITH A. M.; The diverse role of selenium within selenoproteins. A review. Journal of the american dietetic association. Vol 99 Num. 7, p.836-843, 1999.

HOSTETLER, C.E., CRONRATH, J.D., BECKER, W.C., MIRANDO, M.A. Dietary supplementation of proteinated trace minerals (OPTIMIN) in sows and replacement gilts increases mineral concentrations in reproductive tissues. Abstracts 14th International Congress Animal Reproduction 1, p.272, 2000.

HOSTETLER, C.E.; KINCAID, R.L.; MIRANDO, M.A. The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. The Veterinary Journal 166, p.125-139, 2003.

JUBB, KENNEDY & PALMER'S. Pathology of Domestic Animals. (Fifth Edition). 2007.

KALINOWSKI J, CHAVEZ ER. Effect of low dietary zinc during late gestation and early lactation on the sow and neonatal piglets. Journal of Animal Science, 64, p.749-758, 1984.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, v.2, n°3, p.206-220, 2005.

KLUG, A.; RHODES, D. 'Zinc fingers': a novel protein motif for nucleic acid recognition. TIBS 12 - Elsevier Publications Cambridge, 1987.

LAMB,G.C.; BROWN,D.; LARSON, J.E.; DAHLEN, C.R.; et al. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. Animal Reproduction Science 106, p.221-231, 2008.

LEHNINGER, A. L. Princípios de bioquímica. São Paulo: Savier, p.194, 195, 553, 1985.

LEROITH, D., WERNER, H., BEITNERJOHNSON, D., ROBERTS, C.T. Molecular and cellular aspects of the insulin-like growth factor I receptor. *Endocrinology Review* 16, 143–163, 1995.

LIMA, G. J. M. M. de. Como manejar uma fêmea hiperprolífica e alimentar os seus leitões. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.35, p.S29-S36, 2007.

LINDEMANN AND KIM. Recent advances in sow reproductive function. In: *Nutritional approaches to arresting the decline in fertility of pigs and poultry*. Edited by J A Taylor-Pickard and L. Nollet. Wageningen Academic Publishers. Wageningen, The Netherlands. 2000.

LUCIA, T., DIAL, G.D. & MARSH, W.E Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. *Livestock Production Science*. 63, p. 213-222, 2000.

LUZ, S.C.A.; SCHOSSLER D.R.C. Embriologia Geral, Caderno Didático da primeira a quarta semana de desenvolvimento. Departamento de Histologia e Embriologia UFSM, 2002.

MACDONALD, R.S. The role of zinc in growth and cell proliferation. *Journal of Nutrition* 130, p.1500s–1508s, 2000.

MACHADO, V.S. et al. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *The Veterinary Journal*, 2013

MACKAY, J.P.; CROSSLEY, M. Zinc fingers are sticking together - Trends in biochemical sciences. Elsevier, 1998.

MAHAN, D. AND NEWTON, C. A. Effect of initial breeding weight on macro- and micro-mineral composition over a three-parity period using a high-producing sow genotype. *Journal of Animal Science*, 73, p.151-158, 1995.

MAHAN, D.C. Pressures on mineral reserves: What's the best way to meet the needs of highly prolific sows. In: 'Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 23rd Annual Symposium' p.71-80. Edited by T.P. Lyons and K.A. Jacques. Nottingham University Press, Nottingham, 2007.

MAHAN, D.C.; PENHALE, L.H.; CLINE, J.H.; MOXON, A.L. Efficacy of supplemental selenium in reproductive diets on sow and progeny performance *Journal of Animal Science*, vol 39, no. 3, 1974.

MAHAN, D.C.; PETERS, J.C. Long-term effects of dietary organic and inorganic selenium sources and levels on reproducing sows and their progeny. *Journal of Animal Science*, 82, p.1343-1358, 2004.

MARSH, J. A., DIETERT, R. R.; COMBS, G. F. Influence of dietary selenium and vitamin E on the humoral immune response of the chick. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 166, p.228-236, 1981.

MAVROMATIS J, KOPTOPOULOS G, KYRIAKIS SC, PAPASTERIADIS A, SAOULIDIS K. Effects of  $\alpha$ -tocopherol and selenium on pregnant sows and their

piglets' immunity and performance. *Journal of Veterinary Medicine*, 46: 543–553, 1999.

MCCUSKER, R.H., KALEKO, M., SACKETT, R.L. Multivalent cations and ligand affinity of the Type 1 insulin-like growth factor receptor on P2A2-LISN muscle cells. *Journal of Cellular Physiology* 176, 392–401, 1998.

MICHELON T, SILVEIRA JG, GRAUDENZ M, NEUMANN J. *Imunologia da gestação*. Rev AMRIGS, v.50, p.145-151, 2006.

MIGDAL W, KACZMARCZYK J. Effect to injection of selenium and vitamin E on reproductive performance of sows and Se concentration in sow milk. *World Rev Anim Prod*, 28: 68–71, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7 ed Washington: Natl. Academic. Science. 2001

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6 ed Washington: Natl. Academic. Science. 1998

NEVES, C.; MEDINA, J.L.; DELGADO, J.L.; *Alterações Endócrinas e Imunomodulação na Gravidez*. Arquivos de Medicina, 21(5/6), p.175-82 ISSN 0871-3413 ©ArquiMed, 2007

PAPP, L. V.; LU, J.; HOLMGREN, A.; KHANNA, K. H. From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health. *Antioxid Redox Signal.*, v. 9, n. 7, p. 755-806, 2007.

PASA, C. *Relação reprodução animal e os minerais*. Revista Biodiversidade v. 9, n. 1, 2010.

PAYNE, R.L; BIDNER, T.D.; FAKLER, T.M. Southern growth and intestinal morphology of pigs from sows fed two zinc sources during gestation and lactation. *Journal of American Science*, 84, p.2141–2149, 2006.

PETERS, J.C. AND MAHAN, D.C. Effects of dietary organic and inorganic trace mineral levels on sow reproductive performances and daily mineral intakes over six parities. *Journal of Animal Science*, 86, p.2247-2260, 2008.

PETERS, J.C.; *Evaluating the efficacy of dietary organic and inorganic trace minerals in reproducing female pigs on reproductive performance and body mineral composition*. Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University, 2006.

QUESNEL H. et al. Influence of insulin treatment and feed restriction on follicular development in cyclic gilts. *Animal Reproduction Science*. 64, p.77-87, 2000.

QUESNEL, H. et al. Influence of feed restriction in primiparous lactating sows on body condition and metabolic parameters. *Reproduction Nutrition. Dev*. 38, p.261-274, 1998.

RONALD, B.S.M.; SIVAKUMAR, T.; SENTHILKUMAR, S. Effect of supplementation of selenium and vitamin e on the reproductive performance of large white yorkshire

pigs. *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences* 4 (6) p.224-226, November-December, 2008.

SARA, A.; ODAGIU, A.; SASCA, L. Effects of organic selenium (Sel – plex) administered in reproduction sows on production indices in piglets. *Archiva Zootechnica* vol. 8, p.113-116, 2005.

SEGERSON, E.C., GANAPATHY, S.N. Fertilization of ova in selenium/vitamin E treated ewes maintained on two planes of nutrition. *Journal of Animal Science*. 51, p.386-394, 1980.

SHANKAR, A.H.; PRASAD, A.S. Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *Am J Clin Nutr*. 68(suppl):447S-63S, 1998.

SILVA A.; ANIL, S.S.; DEEN, J.; MORRISON, R.B. Effect of the supplementation of complexed trace minerals on the healing of claw lesions in two sow herds. *Proceedings of the 21st IPVS Congress, Vancouver, Canada*, p.18-21, 2010.

SIMMEN, F.A., SIMMEN, R.C.M., GEISERT, R.D., MARTINAT-BOTTE, F., BAZER, F.W., TERQUI, M. Differential expression, during the estrous cycle and pre- and post-implantation conceptus development, of messenger ribonucleic acids encoding components of the pig uterine insulin-like growth factor system. *Endocrinology* 130, p.1547–1556, 1992.

SMITH O.B., AKINBAMIJO O.O. Micronutrient and reproduction in farm animals. *Animal Reproduction Science*; 60-61, 549-560, 2000.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. *Doenças dos Suínos*. 2 edição. P.618, 2012.

SURIYASOMBOON, A. et al. Effect of zinc organic supplementation on feet lameness of sows. *Proceedings of the 21st IPVS Congress, Vancouver, Canada*, July 18-21, 2010.

TODD, W.R., ELVEHJEM, C.A., HART, E.B. Zinc in the nutrition of the rat. *American Journal of Physiology* 107, p.146–156, 1934.

TOMLINSON, DJ; MULLING, CH; FAKLER, TM. Formation of Keratins in the Bovine Claw: Roles of Hormones, Minerals, and Vitamins in Functional Claw Integrity. *Journal of Dairy Science*. v. 87, p.797–809, 2004.

ULGUIM, R. Descarte de fêmeas suínas em granjas de quarto sítio e em unidades produtoras de leitões com reposição de leitões gestantes: eficiência reprodutiva e validação das razões atribuídas para o descarte. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciências. Universidade Federal de Pelotas, 2011.

WARD L. TERRY, PHD, CHRISTOF J. RAPP, PHD, FEI JI, PHD, JERRY L. TORRISON, DVM, PHD, AND MARK E. WILSON, PhD Lameness – A Cascade of Productive and Reproductive Failure. Zinpro Corporation, Eden Prairie, MN, 2012.

WHITTEMORE C.T., CLOSE, W.H. AND HAZZLEDINE, M.J. The need for nutrient requirement standards for pigs. *Pig News and Information* 23, p.67-74, 2002.

WILSON, M.; WARD, T. Inflammatory response leads to reproductive decline. Disponível em <http://feedstuffs.com/ME2/Segments/Publications/Print>. Issue 34 Volume 82, 2010.

WILSON, M.E.; TORRISON, J.L. et al. Effects of partial replacement of trace metal amino acid complexes during gestation and lactation on sow performance over three parities. ASAS Midwest Section, March 11-13, Des Moines, IA, 2013.

WIRTH, J.J; FRAKER P.J.; KIERSZENBAUM, T.F. Zinc requirement for macrophage function: effect of zinc deficiency on uptake and killing of a protozoan parasite. Immunology, 68 p.114-119, 1989.

WURYASTUTI, H. et al; Effects of Vitamin E and Selenium on Immune Responses of Peripheral Blood, Colostrum, and Milk Leukocytes of Sows. Journas of Animal Science. 71, p.2464-2472, 1993.

YOSHIDA, S. H. et al. Nutrition and the immune system. In: Modern nutrition in health and disease. 9th. ed. Shills, M.E. et al. p.742, 1999.

YOUNG, L. G. et al. Selenium and vitamin e supplementation of high moisture corn diets for swine reproduction. Journal of Animal Science, Vol. 45, No. 5, 1977.

ZHAO, J. et al. Improved retention rates and reduced culling for lameness for sows fed a chelated trace mineral blend. Allen D. Leman Swine Conference, p.197, 2010.

ZOTTI, E. Avaliação do peso ao nascer de leitões e seus reflexos na sanidade e no desempenho zootécnico. Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor pela Universidade Estadual de Londrina. 2012