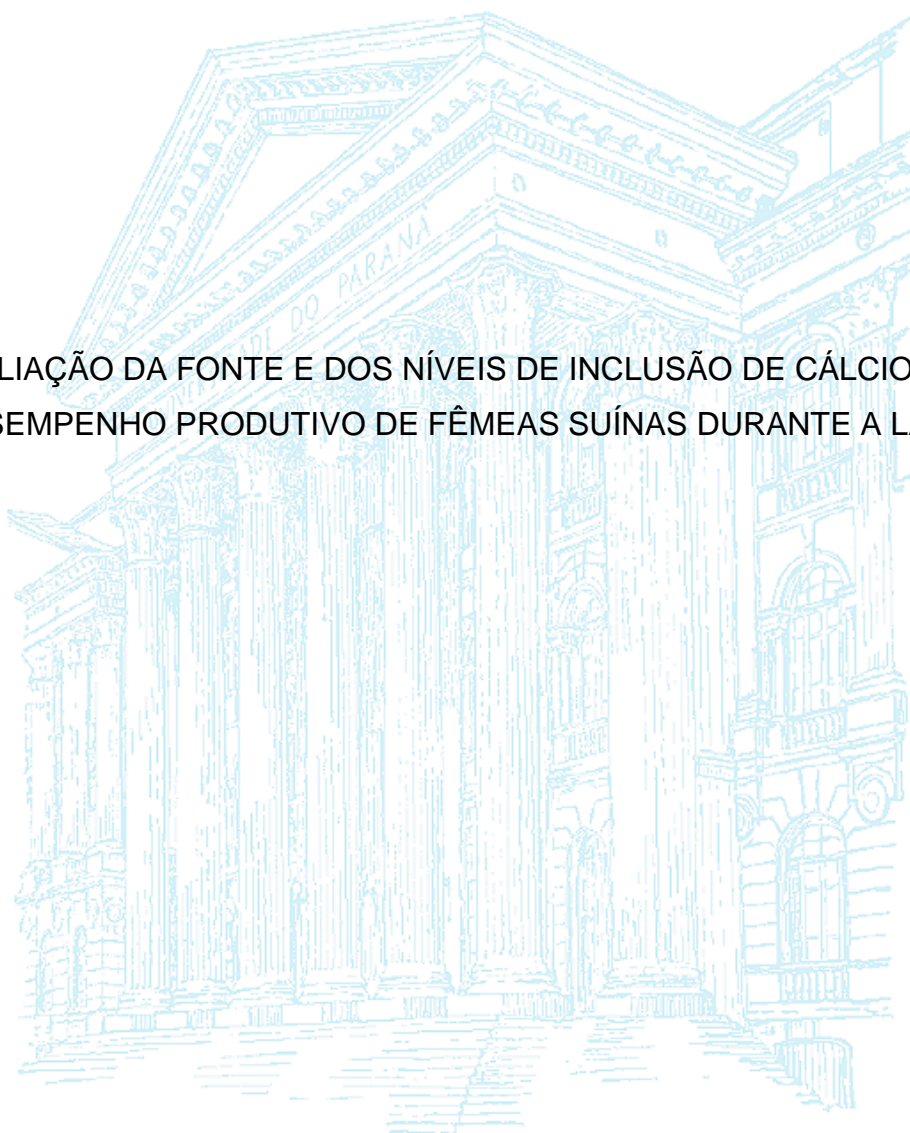


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS NEWTON EZAKI BARRILLI

AVALIAÇÃO DA FONTE E DOS NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CÁLCIO SOBRE O  
DESEMPENHO PRODUTIVO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE A LACTAÇÃO



CURITIBA

2015

LUCAS NEWTON EZAKI BARRILLI

AVALIAÇÃO DA FONTE E DOS NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CÁLCIO SOBRE O  
DESEMPENHO PRODUTIVO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE A LACTAÇÃO

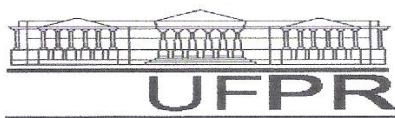
Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias,  
no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,  
Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do  
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Alexander Nunes Silva

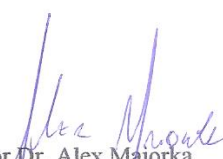
CURITIBA

2015

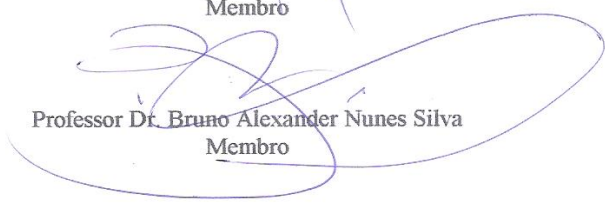
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS****PARECER**

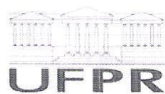
A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “**AVALIAÇÃO DA FONTE E DOS NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CÁLCIO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE A LACTAÇÃO**” apresentada pelo Mestrando **LUCAS NEWTON EZAKI BARRILLI** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato APTO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 12 de fevereiro de 2015

  
Professor Dr. Alex Maiorca  
Presidente/Orientador

  
Dr. Rafael Hermes  
Membro

  
Professor Dr. Bruno Alexander Nunes Silva  
Membro



**Universidade Federal do Paraná**  
**Setor de Ciências Agrárias**  
**Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA**

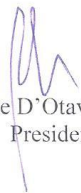
CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 015/2014, referente ao projeto “Avaliação da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas múltiparas durante a lactação”, sob a responsabilidade de Lucas Newton Ezaki Barrilli, na forma em que foi apresentado (uso de 360 porcos), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 15 de maio de 2014.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 015/2014, regarding the project “Evaluation of the source and inclusion levels of calcium on performance of multiparous sows during lactation”, under Lucas Newton Ezaki Barrilli’s supervision, in the terms it was presented (use of 360 pigs), was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of Paraná, Brazil) during session on May 15<sup>th</sup>, 2014.

Curitiba, 18 de agosto de 2014.

  
Ricardo Guilherme D’Otaviano de Castro Vilani  
Presidente

  
Ananda Portella Félix  
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais  
Setor de Ciências Agrárias  
Universidade Federal do Paraná.

***Dedico: a Deus pela vida, aos meus pais José Benedito Barrilli e Silvia Ezaki Barrilli pelo amor incondicional e todo apoio.***

***A minha esposa Michelle e ao meu filho Bernardo pelo amor e compreensão.***

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente a Deus pela vida e aos meus pais José e Silvia.*

*A minha esposa Michelle e ao meu querido filho Bernardo que todos os dias ao me dar um sorriso e um abraço me deixa mais forte e incentivado a continuar.*

*A minha família, e a família da Michelle, em especial aos meus sogros Mônica e Amauri que me ajudaram muito nestes dois anos de mestrado.*

*Ao meu orientador Professor Alex Maiorka pela oportunidade, confiança, e amizade, além dos muitos conselhos e ensinamentos divididos como amigo, professor, pai.*

*Ao meu co-orientador Professor Bruno Alexander Nunes Silva pela confiança depositada em mim e pela oportunidade e ensinamentos.*

*As professoras Simone Gisele de Oliveira e Ananda Portela Felix que sempre estiveram muito dispostas a me ajudar.*

*A todos os integrantes do grupo de pesquisa LEPNAN, que sempre foi o meu lar dentro da universidade.*

*Aos amigos que me acompanham nesta longa caminhada e fazem com que o caminho apesar de penoso seja muito alegre pois estes estão presentes em todos os momentos, Vinícius, Jean Fagner, Ronan Omar, Gustavo Henrique, Marina Volanski, Andréia Massuquetto, Stéfanie Dassi, Gislaine, Daniele Cristina e Tabyta a vocês meu muito obrigado.*

*Aos colegas do LENUCAN.*

***A todos os amigos que fiz nestes dois anos de mestrado, todos que dividiram a cadeira da pós-graduação, especialmente a Vivian e a Josi e aos meninos e meninas que participaram do grupo de pesquisa.***

***A minha colega Bruna Umbria que nos quase 3 meses longe de casa foi fundamental para execução e resultados desta dissertação.***

***A DSM-Tortuga que financiou este trabalho.***

***Ao senhor Manuel Teixeira Lopes, proprietário da fazenda Penalva e todos os funcionários da fazenda em especial aos meninos da fábrica de ração e os funcionários da gestação e maternidade que tiveram paciência e boa vontade para aceitar as mudanças de rotina e me ajudarem a qualquer momento.***

***A todos que direta e indiretamente ajudaram de alguma forma para a realização deste trabalho.***

***E por fim agradeço ao CNPq pela bolsa concedida.***

**“Se o que eu sou é também  
o que eu escolhi ser, aceito a condição.”**

***Los Hermanos***

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>12</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>14</b>
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
1.1 FUNÇÕES, FONTES E METABOLISMO DO CÁLCIO.....	14
1.2 ABSORÇÃO DE CÁLCIO NO TRATO GASTRINTESTINAL .....	16
1.3 FUNÇÕES E METABOLISMO DO CÁLCIO .....	18
1.4 PARATORMÔNIO E VITAMINA D.....	19
1.5 CALCITONINA.....	19
1.6 CÁLCIO NA NUTRIÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS DE ALTA PRODUTIVIDADE <sup>20</sup>	
1.7 DEFINIÇÕES DE MINERAIS ORGÂNICOS .....	22
<b>2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>27</b>
<b>3. AVALIAÇÃO DA FONTE E DOS NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CÁLCIO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE A LACTAÇÃO...</b>	<b>27</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>27</b>
<b>EVALUATION OF SOURCE AND LEVELS OF DIETARY INCLUSION OF CALCIUM ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SOWS DURING LACTATION</b> .....	<b>28</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>28</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.2.1 ANIMAIS, MANEJO E TRATAMENTOS.....	30
3.2.2 COLETA DE DADOS.....	33

3.2.3	CÁLCULOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	34
3.3	RESULTADOS.....	35
3.4	DISCUSSÃO.....	36
3.5	CONCLUSÃO .....	39
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos experimentais e composições centesimais e calculadas das rações experimentais .....	32
Tabela 2. Impacto da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas durante 25 d de lactação .....	40
Tabela 3. Impacto da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio para fêmeas suínas sobre o desempenho das leitegadas durante 25 d de lactação .....	41
Tabela 4. Impacto da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio para fêmeas suínas sobre os níveis plasmáticos de PTH e Ca livre e sobre o pH da urina durante 25 d de lactação .....	42

## RESUMO

Objetivou-se elaborar uma revisão sobre cálcio (Ca) e suas fontes, funções e metabolismo e um experimento para avaliar o impacto da fonte com diferentes níveis de inclusão de Ca (inorgânico vs. orgânico) sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas múltiparas e de suas leitegadas durante a lactação. Foram utilizadas 480 fêmeas de linhagem comercial distribuídas em 6 tratamentos: 100% de Ca inorgânico (CI); 100% de Ca orgânico (Ca quelatado; CO); 80% CI e 20% CO; 60% CI e 40% CO; 40% CI e 60% CO; 20% CI e 80% CO; em um delineamento inteiramente casualizado. Não foram observadas diferenças estatísticas ( $P>0,10$ ) para duração do parto, consumo médio diário de ração, perda de peso corporal e de espessura, ganho de peso das leitegadas durante a lactação e produção diária de leite das fêmeas. Os tratamentos também não influenciaram os níveis sanguíneos de Ca livre e PTH durante a lactação ( $P>0,10$ ). As fêmeas do tratamento 100% orgânico apresentaram pH da urina aos 14 e 21 dias significativamente inferior quando comparado com as fêmeas do tratamento 100% inorgânico (6,44 vs. 7,09;  $P<0,05$ ; e 6,48 vs. 7,14;  $P<0,01$ , respectivamente). Concluiu-se com base nos resultados encontrados que é possível fazer a substituição total da fonte de Ca inorgânico por uma fonte orgânica de Ca quelatado sem impactar sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas e de suas leitegadas durante a lactação. Em adição o menor pH de urina observado em função da utilização do Ca orgânico poderia favorecer a prevenção de infecções urinárias em fêmeas suínas lactantes.

**Palavras-chave:** carboquelato, infecção urinária, minerais orgânicos, pH, PTH

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the impact of the source (inorganic vs. organic) and levels of calcium inclusion on performance of multiparous sows and their litters during lactation. A total of 480 multiparous sows of a commercial line were allotted in a completely randomized block design with 6 treatments: 100% inorganic Ca (CI); 100% organic Ca (Ca chelated, CO); 80% CI and 20% CO; CI 60% and 40% CO; CI 40% and 60% CO; 20% CI and 80%. No statistical differences were observed ( $P>0,10$ ) for duration of parturition, average daily feed intake, body weight and backfat thickness losses, litter weight gain and daily milk production of the sows. Treatments did not influence free Ca and PTH blood levels during lactation ( $P>0.10$ ). Sows fed 100% organic treatment showed at 14 and 21 days significantly lower urine pH than those from 100% inorganic treatment (6.44 vs. 7.09;  $P<0.05$ , and 6.48 vs. 7.14;  $P<0.01$ , (respectively). Based on our findings we conclude that it is possible to substitute totally dietary inorganic Ca source for an organic chelated source without impacting on sow and litter performance during lactation. In addition the lower pH observed as a consequence of the use of organic Ca could lead to the prevention of lower incidence of urinary infections in lactating sows.

**Keywords: Calcium; lactation; PTH; Chelated mineral; Swine.**

## **CAPÍTULO 1**

### **1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1 FUNÇÕES, FONTES E METABOLISMO DO CÁLCIO**

Os minerais são fundamentais para manutenção do organismo e podem limitar a expressão máxima do desempenho animal (MUNIZ et al., 2007). Entre os minerais utilizados na nutrição animal, o cálcio é considerado um macro mineral, ou seja, está entre os principais minerais exigidos pelo organismo e necessita estar presente em grandes quantidades (RUTZ e MURPHY, 2009).

O Cálcio (Ca) é um metal de baixa dureza, prateado e reage facilmente com oxigênio e água. É o quinto elemento mais abundante da Terra, e na natureza pode ser encontrado principalmente como constituinte de rochas como: calcários, mármore ( $\text{CaCO}_3$ ), gipso ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) e fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), além de dentes, cascas de ovos, pérolas e nas conchas de muitos animais marinhos. Este mineral é vital para todos os seres vivos, sendo o elemento metálico mais abundante no corpo humano (PEIXOTO, 2004).

Por ser considerado um mineral essencial o Ca está presente em várias funções orgânicas como, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativação do sistema enzimático, coadjuvante na secreção de alguns hormônios, além de estar presente em funções estruturais como a formação de ossos e dentes (MACARI et al. 2002).

Na década de 50, os pesquisadores observaram que era necessário uma quantidade mínima de cada mineral para que os animais apresentassem um bom desempenho e nenhuma deficiência, a partir desta observação foram desenvolvidos os primeiros estudos de exigência de minerais (TOMASI, 2013). Após obterem as informações sobre exigência de minerais, percebeu-se que era necessário a utilização de suplementação dos mesmos já que os ingredientes usualmente utilizados para compor as dietas comerciais não são suficientes para atender as exigências de Ca.

Para suplementação nas dietas as fontes de Ca utilizadas podem ser de origem inorgânica (rochas) ou orgânicas (farinha de ossos, conchas, e algas). A maior parte das fontes utilizadas na nutrição animal são oriundas de rochas devido a sua grande disponibilidade e baixo custo (MELO e MOURA, 2009), porém dependendo das fontes de Ca utilizadas para suplementação pode haver uma variação quanto ao nível de suplementação, pois fontes de cálcio de origem animal são mais biodisponíveis que as fontes de origem vegetal que por sua vez são mais biodisponíveis que as fontes de origem mineral.

Apesar das várias fontes de Ca MCDOWELL, (1992) sugere que leve-se em consideração alguns fatores para suplementar as dietas com Ca, como variabilidade e disponibilidade de ingredientes nas rações, potencial genético, nível de energia das dietas, doenças, desafios ambientais, sanitários e o manejo dos animais.

Além dos fatores citados, MUNIZ et al. (2007) afirmam que é importante conhecer a disponibilidade de Ca das fontes utilizadas para suplementação, desta forma pode-se adequar a melhor estratégia nutricional para o sistema de produção.

Um estudo feito por SÁ et al. (2004) para determinar a disponibilidade relativa de Ca em algumas fontes utilizadas na nutrição animal, demonstrou que para fosfato bicálcico a disponibilidade de cálcio era de 99%, 84% no calcário calcítico e 75%, calcário dolomítico, resultados estes semelhantes aos apresentados no NRC, (1998) de suínos que indica que a biodisponibilidade de Ca no calcário dolomítico está em torno de 50 a 75% e no calcário calcítico próximo a 90%. As Tabelas Brasileiras para aves e suínos (2011) não indicam a biodisponibilidade mas, os valores totais de Ca no calcário calcítico e dolomítico de 37,7 e 18,6% respectivamente.

Atualmente algumas fontes de Ca possui a biodisponibilidade conhecida, porém é importante a busca de novas fontes, além das rochas, que tenham características conhecidas. Essa busca se faz importante para maximizar o desempenho animal e minimizar custos. Outro motivo é a falta de conhecimento das características físico-químicas dos calcários, que pode ocasionar variação nas exigências nutricionais obtidas por pesquisas científicas, levando muitos nutricionistas a utilizarem níveis mais altos de suplementação de Ca (FASSANI et al. 2004). Este método pode ser arriscado dependendo da disponibilidade de Ca da fonte utilizada, da composição química e da associação física do Ca com outros

componentes que pode levar a formação de alguns compostos de baixa solubilidade e indisponibilidade (MCNAUGHTON e DEATON,1981). Desta forma, o excesso de Ca poderá atuar de forma antagônica, atrapalhando a absorção de outros minerais de igual importância pelo intestino.

Algumas fontes alternativas já foram exploradas para substituição das fontes de Ca de origem inorgânica, as fontes orgânicas, como as farinhas de ossos, farinhas de carne e ossos, farinha de conchas e também Ca vindo de algas. O problema de se utilizar fontes de origem orgânica como estas são a sua variação de composição, disponibilidade e o custo variável (FAWCETT & WESTER, 1999).

A pesquisas por novas alternativas de fontes Ca são constante, e o que se busca são minerais mais eficientes, que tenham alta solubilidade, estrutura química estável, e natureza elétrica neutra no trato gastrintestinal, pois assim as novas fontes não sofreriam reações que pudessem atrapalhar a absorção dos minerais como a formação de complexos insolúveis entre minerais e outras moléculas (MELO e MOURA, 2009), uma vez que, para absorção de minerais existe uma barreira intestinal que os minerais precisam vencer para serem absorvidos, como, condições físico-químicas, pH e viscosidade intestinal (BERTERCHINI, 2006). Neste contexto, para reduzir os problemas e melhorar o metabolismo e o desempenho dos animais, tem-se aumentado as pesquisas ao uso de minerais orgânicos.

## **1.2.ABSORÇÃO DE CÁLCIO NO TRATO GASTRINTESTINAL**

O Ca é um elemento fundamental e não tem produção endógena pelo organismo, sendo necessária a sua aquisição via alimentação. O trato gastrintestinal é a maior via de absorção de nutriente, e para que o Ca seja absorvido por este órgão existe um processo que envolve vários fatores como: vitamina D, ATPase, fosfatase alcalina intestinal, fatores que aumentam ou diminuem a solubilidade do cálcio, proteínas ligadoras no enterócito (calbidin), proteína ligadora do Ca no plasma e outros (GRÜDTNER, 1997).

De uma forma simplificada o Ca pode ser absorvido por duas vias no trato gastrintestinal, ou seja, ele pode ser absorvido por difusão facilitada (passiva) e por

transporte ativo dependendo da concentração de mineral. A difusão passiva de Ca através da mucosa intestinal ocorre na presença de altas concentrações. O transporte ativo envolve o movimento de Ca para dentro das células intestinais ao longo de um gradiente de concentração que é facilitado por uma proteína transportadora, a maneira que o mineral é absorvido é o fator limitante para sua utilização. O sistema de transporte ativo ajusta-se de acordo com a quantidade de Ca na dieta, tornando-se mais ativo quando as concentrações de Ca na alimentação são menores e menos ativas quando as concentrações são maiores (GUYTON, 2006).

De uma forma mais específica, para que o Ca seja absorvido três grandes etapas estão envolvidas: intraluminal, transcelular, e a plasmática.

Na etapa intraluminal, a absorção de Ca está relacionada com a capacidade de absorção intestinal e com a ingestão de Ca, se o consumo for alto a absorção é menor e se o consumo for baixo a absorção aumenta. Outros fatores também regulam a absorção de Ca nesta etapa, como o pH, uma vez que o Ca em meio alcalino precipita e em meio ácido torna-se solúvel. Como o Ca sai do estômago em pH próximo a 2, este encontra-se solúvel, e a medida em que o pH aumenta em direção ao íleo sua absorção diminui, favorecendo a formação de ligações de Ca e fósforo que serão eliminadas nas fezes, por isso o maior sítio de absorção de Ca está entre o duodeno e o jejuno proximal.

Aminoácidos como lisina e arginina também podem auxiliar o aumento da solubilidade do Ca no intestino, pois estes elementos podem reduzir a formação de ligações entre Ca e fósforo, aumentando a absorção (TURNBERG e RILEY, 1993).

Gorduras também podem influenciar a absorção do Ca, pois podem ativar mecanismos que diminuem a velocidade do trânsito intestinal. Alguns fatores como ácido fólico, álcool, celulose podem diminuir a absorção de Ca por alterar o pH e a solubilidade do mesmo, além da motilidade digestiva, secreções, insuficiência renal, etc (PEREIRA et al. 2009).

A segunda etapa, transcelular representa 50% da absorção de Ca, ela acontece nas regiões do jejuno distal e íleo, quando a transferência passiva se torna ativa e o Ca atravessa o espaço intracelular das células epiteliais para corrente sanguínea, devido a diferença do potencial eletroquímico. Para que este evento

ocorra é necessária uma alta concentração de Ca, porém já não depende da vitamina D.

A terceira etapa da absorção de Ca e a plasmática, etapa em que o Ca já está nas veias e, 45 a 50% deste está ligado a proteína (80% albumina e 20% globulina) e os outros 45 a 50% circulam na forma iônica, 8% deste mineral encontra-se complexado ao citrato, fosfato e sulfato. Deste Ca circulante apenas o Ca iônico é fisiologicamente ativo e conforme as necessidades de Ca ele pode passar para as células dos tecidos excitáveis e ao tecido ósseo (BUZINARO, 2006).

### **1.3 FUNÇÕES E METABOLISMO DO CÁLCIO**

O metabolismo do Ca está intimamente ligado ao metabolismo do fósforo (P) e a regulação da vitamina D, paratormônio (PTH) e da calcitonina, por este motivo o Ca desempenha funções importantes como contração muscular, atividade celular nervosa, liberação de hormônios através de exocitose e ativação de enzima. Além das funções celulares o Ca exerce funções extracelulares como coagulação sanguínea, manutenção e estabilidade das membranas celulares e da integridade estrutural de ossos e dentes, além da função renal e da respiração. (CUNNINGHAM, 2004; GUYTON, 2006).

O organismo em geral, tem uma boa capacidade para controlar a homeostase do Ca, e seus ajustes se encontram numa faixa de  $\pm 5\%$  do normal, e qualquer tendência a queda da concentração de Ca é percebida pela paratireoide (MOREIRA et al., 2004). Para controle da homeostase do Ca, a regulação envolve o movimento de cálcio entre o fluido extracelular e três órgãos corporais: ossos, trato gastrointestinal e rins. A troca de íons Ca entre os fluídos extra e intracelular ocorre em conjunto com o controle do metabolismo intracelular com pouco efeito sobre as concentrações de Ca plasmático (CUNNINGHAM, 2004).

## 1.4 PARATORMÔNIO E VITAMINA D

Um dos fatores ligados ao metabolismo e manutenção da homeostase do Ca é o paratormônio (PTH). O PTH é um hormônio proteico produzido nas glândulas paratireoides. Os suínos têm apenas um par de glândulas paratireoides e ela é o principal órgão envolvido no controle do metabolismo de Ca, apesar de ter apenas um par de glândulas isso não torna os suínos menos eficientes no controle da concentração de Ca.

O PTH desencadeia uma cascata de reações com o objetivo de aumentar a calcemia. Este hormônio tem efeito direto sobre o metabolismo do Ca nos ossos e nos rins e efeitos indiretos no trato gastrointestinal. Nos rins o PTH age aumentando a síntese da vitamina D, que intermedia a absorção de Ca pelo intestino, indiretamente favorecendo a absorção no duodeno, também age reduzindo sua excreção e favorecendo a eliminação de fosfato através de um efeito sobre os túbulos proximais, este efeito é importante pois o P pode se complexar com o Ca diminuindo a disponibilidade de Ca (MOREIRA et al., 2004). Já nos ossos o PTH atua de forma sinérgica com a vitamina D mobilizando Ca e P (HOLICK, 2005). A secreção de PTH é controlada pelas concentrações de Ca Livre (ionizado) no sangue; diminuições dos níveis de Ca estimulam a secreção de PTH e aumentos no Ca regularizam a secreção. Outros fatores podem estimular a secreção do PTH como a adrenalina através da estimulação de receptores  $\beta$ - adrenérgicos e o magnésio afeta a da mesma forma que o Ca, porém impacto fisiológico e muito menor (GUYTON, 2006).

## 1.5 CALCITONINA

A calcitonina é um hormônio peptídico secretado pela glândula tireoide e é produzido nas células C, situadas no líquido intersticial entre os folículos da glândula tireoide. Atua diminuindo a concentração plasmática do Ca, tendo em geral efeito antagônico ao do PTH. No entanto, seu papel é bem menor que a do PTH na regulação da concentração do Ca iônico. Este hormônio atua principalmente em animais jovens, o mesmo não ocorre para animais adultos.

Quando se aumenta a concentração plasmática de Ca, ocorre aumento imediato na taxa de secreção de calcitonina e com isso é gerado uma resposta em feedback hormonal para controle da concentração plasmática do Ca iônico. Apesar de fazer parte do controle da calcemia este mecanismo não tem o mesmo efeito que o PTH pois a calcitonina atua de maneira mais fraca. (GUYTON, 2006).

## **1.6 CÁLCIO NA NUTRIÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS DE ALTA PRODUTIVIDADE**

Com a intensificação da produção de suínos, houve a necessidade de criar os animais em ambientes confinados e com isso foi necessária a suplementação de minerais na dieta, já que eles não poderiam mais ter acesso à terra e a alimentos forrageiros, diminuindo as fontes de minerais dietéticos (CLOSE & COLE, 2001).

Além da mudança no sistema de produção de suínos, muitos fatores contribuíram para que as exigências de minerais aumentassem. Os requerimentos de minerais para suínos foram pouco estudados e os poucos estudos que existem são das décadas de 60 a 80 e estes requerimentos não condizem mais com as exigências para as novas linhagens genéticas de suínos, que evoluiu com o tipo e nível de produção, idade e raça, e a relação e associação entre minerais e outros nutrientes NRC, (1998) e SARAIVA et al.(2009). Então, os animais de alta performance tornaram-se mais exigentes do que os animais do passado e com isso os níveis de requerimento mineral dos animais tornaram-se superiores aos sugeridos por vários comitês e tabelas de nutrição animal.

A partir das mudanças no sistema de produção dos animais, e cientes da importância dos minerais para várias funções e manutenção da alta produtividade na suinocultura, a indústria voltou a levantar a busca pelas exigências de minerais na nutrição de suínos (TOMASI,2013).

O Ca em particular participa de várias atividades como manutenção, aumento e multiplicação celular, secreções e aporte imune, entre outros, porém as necessidades de minerais para as fases de reprodução ainda são subestimadas, independente do mineral e dos ciclos reprodutivos, e as interações de minerais com a reprodução ainda não estão claras (CLOSE & COLE, 2001).

Segundo MAHAN, (1990), a necessidade fisiológica de Ca para fêmeas suínas aumenta com o passar da gestação e lactação, quando a demanda para o desenvolvimento fetal e a secreção de leite ficam maiores. Se a necessidade diária de Ca aumenta nestes períodos, devemos nos atentar para que ela seja atendida e buscar formas para que isso aconteça, caso contrário as fêmeas utilizarão suas reservas corporais, principalmente a reserva óssea, pois os ossos possuem a principal reserva de Ca e P. As consequências de uma falta de suplementação mineral para porcas foram estudadas por MAHAN e NEWTON (1995) comparando o conteúdo corporal de porcas que tinham completado 3 partos com porcas de idade similar (24 meses) sem nenhum parto, e o resultado foi de que as porcas de terceiro parto apresentavam conteúdo mineral menor que as porcas que nunca estiveram prenhas. Isso mostra que os níveis recomendados estão abaixo dos necessários para as porcas manterem suas reservas ósseas e isso pode causar implicações na saúde, bem estar e produtividade da fêmea, resultando em uma redução da capacidade produtiva e menor longevidade.

Trabalhos relacionados a desempenho da leitegada, avaliando parâmetros como; peso ao nascer e tamanho da leitegada (total de nascidos, nascidos vivos, natimortos, número desmamados) os resultados encontrados por KORNEGAY & MEACHAM, (1973) e MAHAN & FETTER, (1982) utilizando níveis de Ca e P que atendem ou ultrapassam as exigências das porcas, não encontraram diferenças ao suplementarem Ca e P, entretanto, estes resultados podem ser questionados devido ao fato de serem dados antigos, e as fontes de Ca utilizadas e suas biodisponibilidades não serem conhecidas.

Outra função importante do Ca é a participação na síntese do leite. Este cátion atua em parceria com a enzima  $\beta$  1,4 Galactosiltransferase (GT) uma das responsáveis pela síntese do leite, e sua atividade pode aumentar e estabilizar na presença de Ca (HURLEY, 1997). O Ca não é importante somente para a síntese do leite, ele faz parte da composição, e a explicação para sua presença no leite, se deve pelo fato de não ser absorvido pela bomba de cloro que retira os íons da luz do complexo de golgi, permanecendo no leite o Ca, o citrato e o P quando o este vai para os canais da glândula mamária.

Além de atuar como estabilizador da GT o Ca está presente também na formação das caseínas, que são fosfoproteínas presentes no leite na forma de micelas (grânulos de proteína). Após a caseína ser fosforilada o Ca se liga ao fosfato para iniciar a polimerização das micelas de caseína. As micelas de caseína são fontes de nutrientes para os leitões, fornecendo aminoácidos, Ca e P de alta digestibilidade (HURLEY,1997). Do ponto de vista nutritivo o Ca é um dos minerais mais importantes no leite, sendo o mineral encontrado em maior quantidade na porção cinza, porém apenas 25% do cálcio se encontra na forma solúvel.

Como o Ca do leite vem do plasma sanguíneo, é difícil aumentar sua concentração pela dieta, já que a homeostase do organismo é controlada por mecanismos fisiológicos. Porém, alguns minerais podem ter suas concentrações aumentadas a partir da dieta, são eles: iodo, boro, bromo, cobalto, manganês, molibidênio, selênio e Zinco (HURLEY,1997).

MAHAN (2006) observou que ocorre uma grande desmineralização nos ossos de porcas em lactação, devido ao não atendimento das necessidades de Ca, o que pode contribuir para um descarte precoce das matrizes. Os problemas locomotores estão entre as principais causas de descarte de fêmeas dos plantéis, JONES, (1967) e PENNY (1972, 1980) indicam que 20 a 30% das fêmeas são descartadas do rebanho por causa de claudicação e paralisia dos membros posteriores, com a maior prevalência em porcas mais velhas, estes dados provavelmente estão relacionados a falhas na suplementação de minerais, e seu não atendimento total, forçando as fêmeas suínas a utilizarem suas reservas corporais, pode contribuir para diminuir a vida útil do rebanho.

## **1.7 DEFINIÇÕES DE MINERAIS ORGÂNICOS**

Os minerais orgânicos não são recentes, datam do final da década de 60, e têm uma característica comum que é de estarem ligados a uma cadeia de carbono, e apresentavam resultados melhores que os minerais inorgânicos (TOMASI, 2013). Do ponto de vista químico o termo orgânico está incorreto, porém o que diferencia

estes minerais dos minerais inorgânicos é a molécula em que o mineral está ligado por isso a popularidade do nome, orgânico.

Segundo a American Association of Feed Control Oficial (2000) que define as normas e os padrões dos alimentos destinados à produção animal, a definição de minerais orgânicos: são íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e de alta disponibilidade mineral. Atualmente os termos complexos e quelatos se popularizaram, porém eles não são sinônimos, existe uma diferença. O termo complexado é o produto formado por um íon metálico ligado a uma molécula ou íon que possua apenas um único par de elétrons. Íons metálicos em complexos estão ligados através de átomos como oxigênio, nitrogênio ou enxofre. Os ligantes que apresentam um único par de elétrons são chamados de monodentados, enquanto que quando aparecem dois ou mais átomos doadores capazes de se ligar a íons metálicos são chamados de bi, tri ou tetradentados. Quando os ligantes se unem a íons metálicos através de mais de um átomo doador o complexo formado contém um ou mais anéis heterocíclicos contendo um átomo metálico, estes complexos agora chamam-se quelatos (do grego chele, que significa garras de caranguejo) (RUTZ & MURPHY, 2009).

Segundo BARUSELLI (2003), técnicas diferentes vêm sendo pesquisadas para desenvolver a técnica de quelação e por consequência a criação de novos produtos, um destes produtos desenvolvidos é o carboquelato, que consiste na lise enzimática de leveduras específicas, fermentados sobre um substrato aditivado como fósforo (fosforilação) e íons metálicos formando complexos orgânicos muito ricos em metabólitos e de alta biodisponibilidade. Apesar de biodisponibilidade ser um termo muito utilizado, ainda não existe uma metodologia que possa quantificar o teor de minerais que está realmente sob a forma orgânica ou quanto dela está dissociado, ou disponível, o que podemos fazer e comparar as fontes de minerais. Para esclarecer, podemos considerar biodisponibilidade como sendo a medida de um suplemento sustentar os processos biológicos nos animais MCGILLIRRAY (1978) ou a fração mineral que realmente é absorvida e utilizada pelo animal (POLLI,2002).

Mesmo a quelação e a complexação sendo técnicas dominadas e conhecidas por bastante tempo, poucos trabalhos têm sido realizados para avaliar a suplementação mineral nas formas orgânicas e inorgânicas, e isto os tornam suplementos pouco utilizados, já que o mecanismo de ação e sua real eficiência não são comprovados.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAFCO, Association of American Feed Control Officials, 2000

BARUSELLI, M.S. Efeito do uso de minerais orgânicos no desempenho e comportamento animal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA - ZOOTEC, 2003, Uberaba. **Anais...** Uberaba: 2003 (CD-ROM).

BETERCHINI, A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras: Editora UFLA, 2006. p.261-298

BUZINARO, E.F, ALMEIDA, R.N.A; MAZETO, G.M.F.S. Bioavailability of dietary calcium. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, vol.50, n. 5, ISSN 0004-2730,2006.

CLOSE W.H & COLE D.J.A. Nutrition of sows and Boars. Nottingham University Press, 2001.

CUNNINGHAM, J.G. Tratado de fisiologia veterinária. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

FASSANI, É.J.; BETERCHINI, A.G.; KATO, R.K. et al. Composição e solubilidade in vitro de calcários calcíticos de Minas Gerais. **Ciências Agrotécnica**, v.28, n.4, p.913-918, 2004.

FAWCETT, R.H e WESTER, M, Variabilidade de alimento e dos ingredientes do alimento: impacto na performance de frangos e corte e lucro. In: I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Aves 17 e 18 de novembro de 1999 – Concórdia, SC.

GRÜDTNER VS, WEINGRILL P, FERNANDES AL. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Rev. Bras. Reumatol.**;37:143-51,1997.

GUYTON, A.; HALL, J. Tratado de Fisiologia Médica, 11ª ed. Elsevier, 2006.

HOLICK, M.F, The Influence of Vitamin D on Bone Health Across the Life Cycle. American Society for Nutrition. **J. Nutr.** 135: 2726S–2727S, 2005.

MACARI, M., R.L. FURLAN E L. GONZALES. 2002. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. FUNEP/UNESP. Jaboticabal. p. 375.

MAHAN, D. C., AND A. W. FETTER. Dietary calcium and phosphorus levels for reproducing sows. **Journal of Animal Science**. 54:285–291, 1982.

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

MAHAN, D.C. Necessidades de minerais em cerdos selecionados por um alto conteúdo em magro y cerdas de alta productividad. Disponível em: <[http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP\\_VIII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_VIII.pdf), acessado em 02/2015.

McDOWELL, L. R. 1992. In: Minerals in Animal and Human Nutrition (T. J. Cunha, ed). Academic Press, San Diego.

McGILLIRRAY, J.J. Biological availability of phosphorus sources. In: Annual International Minerals Conference, 1., 1978, Petersburg Beach. Anais... St. Petersburg Beach: IMC, 1978, p.104-150.

McNAUGHTON, J. L; DEATON. Effect of calcium source and particle on calcium utilization. **Poultry Science**, v.59, n.7, p.1568, 1981. Suplemento. (Abstracts).

MELO, T.V.; MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcárias na alimentação animal. Archivos de Zootecnia, v.58, p.99-107, 2009.

MOREIRA, R.O, DUARTE, M.P.C, FARIAS, M.L.F. Distúrbios do Eixo Cálcio-PTH-Vitamina D nas Doenças Hepáticas Crônicas. Arq Bras Endocrinol Metab vol 48 nº 4 Agosto, 2004.

MUNIZ, E.B.; ARRUDA, A.M.B.; FASSANI, E.J. et al. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. Caatinga, v.20, n.1, p.05-14, 2007.

NRC-Nutrient Requirements of Swine. 10th. Rev. Ed.NAS. Washington DC. 189p. 1998

PENNY, R. C. Locomotor dysfunction causing reproductive failure. In: D. A. Morrow (Ed.) Current Therapy in Theriogenology. W. P. Sanders Co., Philadelphia, PA, 1980.

PENNY, R. C.. Some cmnt thoughts on lameness in the pig. In: C.S.C. Grunsell and F.W.G. Hill (Ed.) Veterinary Annual. p 3 1. Wright, Bristol, UK. 1972.

PEREIRA, G.A.P, GENARO, P.S, PINHEIRO, M,M, SZEJNFELD, V.L, MARTINIM L.A, Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo, **Rev Bras Reumatol**;49(2):160-75, 2009.

POLLI, S.R. Minerais Orgânicos na alimentação de cães e gatos. Boletim Informativo Nutron Pet, n.4, 2002.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. tabelas brasileiras para aves e suínos. ED. ROSTAGNO, H. S. Viçosa: UFV, 2011

SÁ, L.M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F.T. et al. Exigências Nutricionais de Cálcio e sua Biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 157-168, 2004.

SARAIVA, A, DONZELE, J.L, OLIVEIRA, R.F.M, ABREU, M.L.T, SILVA, F.C.O, HAESE, D. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1279-1285, 2009

TOMASI, P. Diferença entre os minerais orgânicos – vocês realmente sabem o que estão comprando? acesso em: <http://www.nftalliance.com.br/artigos/ingredientes/diferenas-entre-os-minerais-organicos>, 2013.

TURNBERG LA, RILEY SA: Digestion and absorption of nutrients and vitamins. In Sleisenger & Fordtram: Gastrointestinal Disease, 5<sup>a</sup> ed, Saunders, 1993, p. 977-1008).

## CAPÍTULO 2

### 3. AVALIAÇÃO DA FONTE E DOS NÍVEIS DE INCLUSÃO DE CÁLCIO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE A LACTAÇÃO

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar o impacto da fonte e de diferentes níveis de inclusão de cálcio (inorgânico vs. orgânico) sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas multíparas e de suas leitegadas durante a lactação. Foram utilizadas 480 fêmeas de linhagem comercial distribuídas em 6 tratamentos: 100% de Ca inorgânico (CI); 100% de Ca orgânico (Ca quelatado; CO); 80% CI e 20% CO; 60% CI e 40% CO; 40% CI e 60% CO; 20% CI e 80% CO; em um delineamento inteiramente casualizado. Não foram observadas diferenças estatísticas ( $P>0,10$ ) para duração do parto, consumo médio diário de ração, perda de peso corporal e de espessura, ganho de peso das leitegadas durante a lactação e produção diária de leite das fêmeas. Os tratamentos também não influenciaram os níveis sanguíneos de Ca livre e PTH durante a lactação ( $P>0,10$ ). As fêmeas do tratamento 100% orgânico apresentaram pH da urina aos 14 e 21 dias significativamente inferior quando comprado com as fêmeas do tratamento 100% inorgânico (6,44 vs. 7,09;  $P<0,05$ ; e 6,48 vs. 7,14;  $P<0,01$ , respectivamente). Concluiu-se com base nos resultados encontrados que é possível fazer a substituição total da fonte de cálcio inorgânico por uma fonte orgânica de cálcio quelatado sem impactar sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas e de suas leitegadas durante a lactação. Em adição o menor pH de urina observado em função da utilização do Ca orgânico poderia favorecer a prevenção de infecções urinárias em fêmeas suínas lactantes.

**Palavras-chave:** Cálcio; Lactação; PTH; Mineral quelatado; Suínos.

## EVALUATION OF SOURCE AND LEVELS OF DIETARY INCLUSION OF CALCIUM ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SOWS DURING LACTATION

### ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the impact of the source (inorganic vs. organic) and levels of calcium inclusion on the performance of multiparous sows and their litters during lactation. A total of 480 multiparous sows of a commercial line were used and distributed among 6 treatments: 100% inorganic Ca (CI); 100% organic Ca (Ca chelated, CO); 80% CI and 20% CO; CI 60% and 40% CO; CI 40% and 60% CO; 20% CI and 80%; in a completely randomized block design. No statistical differences were observed ( $P>0,10$ ) for duration of parturition, average daily feed intake, body weight and backfat thickness losses, litter weight gain and daily milk production of the sows. Treatments did not influence free Ca and PTH blood levels during lactation ( $P>0.10$ ). Sows from the 100% organic treatment showed at 14 and 21 days significantly lower urine pH than the sows from the 100% inorganic treatment (6.44 vs. 7.09;  $P<0.05$ , and 6.48 vs. 7.14;  $P<0.01$ , respectively). Based on our findings it can be concluded that it is possible to substitute totally dietary Ca inorganic source by an organic chelated source without impacting on sow and litter performance during lactation. In addition the lower pH observed as a consequence of the use of organic Ca could lead to the prevention of lower incidence of urinary infections in lactating sows.

**Keywords:** Calcium; lactation; PTH; Chelated mineral; Swine.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Uma das características das fêmeas suínas modernas é a capacidade de produzir leitegadas numerosas além da alta produção de leite. Devido ao melhoramento genético estas fêmeas apresentam uma elevada exigência nutricional, baixo consumo voluntário, alta capacidade de deposição de tecido magro e baixa capacidade de armazenar gorduras. Sabendo disso, se faz necessário reavaliar as exigências e as técnicas de manejo nutricional para obter o melhor aproveitamento de nutrientes por parte dessas fêmeas. Estas características inerentes as fêmeas muitas vezes podem levar as matrizes a entrar em balanço energético negativo e as reservas corporais serão mobilizadas para suprir esta falta de nutrientes, e uma nutrição correta durante a lactação pode garantir o futuro reprodutivo subsequente dessas matrizes.

Para atender as exigências nutricionais das fêmeas suínas modernas, os principais ingredientes utilizados na formulação de ração no Brasil são o milho e farelo de soja, porém estes ingredientes não possuem níveis suficientes de muitos nutrientes, entre eles, os minerais, não sendo capaz de atender às necessidades dos animais, tornando necessária a utilização de uma suplementação secundária (MUNIZ et al. 2007). Dentre os minerais que as dietas utilizadas comercialmente não conseguem atender está o cálcio (Ca).

O Ca apresenta funções importantes e é um dos responsáveis pela contração muscular, principalmente na hora do parto, tendo relação direta com o tempo de parto e o número de leitões nascidos, uma vez que a hipocalcemia pode prolongar o tempo do parto devido a diminuição das contrações do miométrio, (SOBESTIANSKY et al. 1998).

O Ca também está presente no leite materno sendo um dos mais importantes minerais secretados no leite, porém somente 25% do Ca se encontram na forma solúvel, enquanto que os demais minerais se encontram totalmente na forma solúvel o que gera uma grande demanda deste mineral na fase de lactação.

Como o Ca precisa ser suplementando, é importante buscar fontes deste mineral para serem utilizadas nas dietas, normalmente as fontes mais utilizadas nas dietas são oriundas de rochas, estes são denominados de inorgânicos. Os minerais

inorgânicos tendem a ter um valor mais acessível por estar em abundância na natureza, porém a forma estrutural em que se encontram faz com que não ocorra uma absorção satisfatória pelo organismo ocorrendo assim perdas significativas pelas fezes (HERRICK 1993). Outra alternativa é o uso de minerais orgânicos ou quelatado, que possuem um maior aproveitamento pelo animal, por possuir uma diferente forma de absorção no organismo (KRATZER e VOHRA, 1996).

Poucos são os estudos realizados com fontes de Ca orgânico e diante do que foi observado, é evidente a importância que o Ca exerce para fêmeas suínas no momento que antecede o parto e durante a lactação. Sendo assim, este estudo busca avaliar o impacto da substituição do Ca inorgânico pelo Ca orgânico na mesma ou menor concentração e o objetivo é avaliar o impacto da fonte e dos níveis de inclusão de Ca sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas multíparas e de suas leitegadas no período de pré-parto e lactação.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética ao Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias sob o número 016/2014.

#### **3.2.1 ANIMAIS, MANEJO E TRATAMENTOS**

O experimento foi conduzido nas instalações de gestação e maternidade da granja de suínos da fazenda Penalva, localizada na cidade de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais, durante os meses de Maio a Julho de 2014.

Durante a fase de gestação, as fêmeas foram alimentadas com uma ração formulada segundo o manual de requerimentos nutricionais TOPIGS (2012) para matrizes suínas, contendo 2.950 kcal/kg de Energia Metabolizável; Lisina digestível 0,55%; Ca 6,8 g/kg; P disponível 3,2 g/kg; P digestível 2,35 g/kg.

Aos 109 dias de gestação as fêmeas foram transferidas para a maternidade e deu-se início a utilização dos tratamentos experimentais.

Foram utilizadas 380 fêmeas de linhagem comercial hiperprolífica (TOPIGS 20®) com diferentes idades distribuídas entre os tratamentos de acordo com a condição corporal, espessura de toucinho e a ordem de parto (1º, 2º, 3º ao 4º e >5º parto). Os tratamentos experimentais (tabela 1) foram constituídos por seis rações com diferentes níveis de inclusões de fontes de Ca orgânico e inorgânico fazendo a substituição crescente entre as fontes. Para a fabricação das dietas, as exigências nutricionais utilizadas são do manual da Linhagem TOPIGS (2012) e a composições das dietas de cada tratamento são apresentadas na tabela 1.

Cada tratamento teve 80 repetições, sendo cada fêmea considerada a unidade experimental. As fêmeas iniciaram os tratamentos aos 109 dias de gestação, logo após a transferência para a maternidade e permaneceram até o fim da lactação que se deu com 25 dias. Após o desmame os leitões foram encaminhados para o setor de creche da granja e as porcas, encaminhadas para o setor de gestação.

Os animais foram alojados em celas parideiras com gaiolas metálicas individuais suspensas com divisórias de grade, rebatedor protetor (amortecedor) de leitões, escamoteador com piso aquecido, bebedouros do tipo bico de pato para as porcas e tipo taça para os leitões e comedouros individuais. O ambiente térmico, no interior das salas de maternidade, seguiu as mesmas do meio externo.

Tabela 1. Tratamentos experimentais e composições centesimais e calculadas das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos					
	100% I	100% O	80% I + 20% O	60% I + 40% O	40% I + 60% O	20% I + 80% O
Milho Grão	52,381	52,270	52,363	52,343	52,325	52,308
Farelo de Soja 46%	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Casca de Soja	13,857	13,857	13,857	13,857	13,857	13,857
Óleo de Soja	4,948	4,948	4,948	4,948	4,948	4,948
Fosfato Bicálcico	2,286	-	1,819	1,351	0,884	0,416
Cacáριο Calcítico	0,307	-	0,252	0,199	0,143	0,087
Cálcio Quelatado <sup>4</sup>	-	2,704	0,541	1,082	1,622	2,163
Sal Comum	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484
Mistura Mineral <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Mistura Vitamínica <sup>2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L- Lisina HCL 78%	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
L- Treonina	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
L-Triptofano	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
L- Valina	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059
DL-Metionina	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição Calculada <sup>3</sup></b>						
Energia Metabolizável	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Mcal/kg						
Proteína Bruta %	17,12	17,11	17,12	17,12	17,12	17,12
Lisina digestível %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Met+Cis digestível %	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Treonina digestível %	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Triptofano digestível %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Valina digestível %	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Arginina digestível %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cálcio %	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860
Fósforo total %	0,733	0,635	0,712	0,690	0,668	0,647
Fósforo digestível %	0,390	0,390	0,390	0,390	0,390	0,390
Relação Ca:P digestível %	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Sódio %	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220

<sup>1</sup>Contém em 1 kg de ração: ferro, 100 mg; cobre, 10 mg; cobalto, 1 mg; manganês, 40 mg; zinco, 100 mg; iodo, 1,5 mg; e excipiente q.s.p. <sup>2</sup>Contém em 1 kg de ração: Vit A - 8000 UI; Vit D3 - 1200 UI; Vit E - 20 UI; Vit K3 - 2 mg; Vit B1 - 1 mg; Vit B2 - 4 mg; ác. nicotínico - 22 mg; ác. pantotênico - 16 mg; Vit B6 - 0,50 mg; Vit B12 - 0,020 mg; ácido fólico - 0,4 mg; biotina - 0,120 mg; colina - 400 mg; e antioxidante - 30 mg. <sup>3</sup>Composição calculada segundo TOPIGS (2012). <sup>4</sup>Contém: 25 % Ca e 12% P digestível.

O manejo de alimentação foi realizado através do fornecimento das rações experimentais seguindo a metodologia de arrazoamento: dia 110: 3,0 kgd-1, 111: 2,80 kgd-1, 112: 2,60 kg d-1, 113: 2,40 kg d-1, 114: 2,00 kg d-1 e aos 115 dias caso as fêmeas não viessem a parir foi fornecido 1,50 kg d-1 até o dia do parto. Os animais tiveram acesso ad libitum à água. Após o parto, as fêmeas seguiram um regime alimentar “step-up” segundo o manual TOPIGS 2012 para alimentação de fêmeas, considerando a curva de alimentação e o desempenho definido pelo número de leitões, com o aumento gradativo do consumo diário até o 7º dia pós-parto, estabilizando em aproximadamente 8 kg d-1 de ração (2,0 kg fêmea + 0,5 kg leitão d-1). O aumentar gradativo do nível alimentar pós-parto foi feito com o objetivo de reduzir os problemas da síndrome Mastite-Metrite-Agalaxia (MMA).

Com relação ao manejo dos leitões feito uma equalização de leitegada por tamanho de leitões e número de tetos produtivos das porcas até 24h após o parto, para que não houvesse tempo de formação de hierarquia e disputas por tetos.

### 3.2.2 COLETA DE DADOS

O ambiente térmico foi monitorado diariamente por meio de um termohigrômetro, e a temperatura e umidade foram registradas nos seguintes horários, as 7:00; 12:00; e as 17:00 h.

As fêmeas foram pesadas aos 109 dias de gestação e simultaneamente foi realizada a mensuração da espessura de toucinho no ponto P2 (6,5 cm da linha dorso – lombar) por meio da utilização de um aparelho ultrassom (Modelo Renco ®). As fêmeas foram pesadas novamente ao desmame e realizada uma nova mensuração da espessura de toucinho no ponto P2. A leitegada também foi pesada ao nascimento e ao desmame.

A avaliação do consumo de ração foi feita através da diferença entre a sobra quando presente no comedouro e a quantidade de ração fornecida durante todo o dia. Para avaliação do pH urinário das fêmeas, foram feitas coletas de urina 24 horas após o parto e aos 7, 14 e 21 dias de lactação, em um subgrupo pré-determinado de 20 fêmeas por tratamento. A coleta foi realizada 02 horas no período

pós-prandial, e por meio de um pHmêtro foi aferido o pH das amostras. Aos 14 e 21 dias de lactação foi coletado sangue no mesmo subgrupo de fêmeas da coleta de urina. As fêmeas foram contidas na própria gaiola, com uma corda de seda, e em seguida foram coletados 10 ml de sangue através da artéria jugular com agulha 40 x 12. As amostras de sangue foram coletadas em tubos com gel e armazenadas em caixa de isopor com placas de gelo reutilizáveis até serem enviadas para o laboratório (LEMUS, Juiz de Fora, MG) onde foram centrifugadas por 10 minutos a 3500 rpm para posterior análise de Ca livre pela metodologia Íon Seletivo - Equipamento ISELAB - SL 0014 – DRAKE e Paratormônio (PTH) pela metodologia Quimioluminescência Automatizada - Equipamento IMMULITE 2000 - SIEMENS. Também foi avaliado o impacto dos tratamentos sobre o tempo de duração do parto por meio do registro da hora do início, que foi considerado como sendo o momento do rompimento da primeira placenta, e da hora do término, que foi considerado quando a fêmea expulsou a última placenta.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: consumo total de ração das fêmeas considerando o pré-parto e a lactação, número de totais, nascidos vivos, natimortos e mumificados, peso ao nascimento dos leitões, variação da condição corporal da porca, produção estimada de leite, ganho de peso do leitão e da leitegada durante o aleitamento, pH da urina das fêmeas, níveis circulantes de Ca livre e PTH (hormônio paratireoide). Uma amostra de cada batida de ração experimental foi coletada e depois feito um “pool” e enviadas para o laboratório de nutrição animal da Universidade Federal do Paraná. As amostras foram moídas em peneira de 1mm de diâmetro e submetidos às análises para determinação dos teores de matéria seca (MS) à 105°C, proteína Bruta (PB), Cálcio (Ca), Fósforo (P) segundo a AOAC (1995).

### 3.2.3 CALCULOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Durante o estudo, 29 fêmeas foram removidas por apresentarem problemas locomotores e problemas no aparelho reprodutor e/ou baixa produtividade durante a lactação.

As temperaturas e as umidades relativas máximas e mínimas diárias foram agrupadas e analisadas para todo o período experimental.

O conteúdo de proteína, gordura e energia corporal ao parto e ao desmame foram estimados segundo equações de DOURMAD et al. (1997). A perda protéica, lipídica e energética durante a lactação foi obtida pela diferença dos valores calculados ao parto e ao desmame. A média da produção de leite diária foi estimada com base na taxa de crescimento e tamanho da leitegada durante a lactação, usando-se equações de NOBLET e ETIENNE (1989). As análises de todos os parâmetros foram realizadas usando o modelo linear generalizado (GLM) do programa estatístico SAS (versão 9.2). Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e considerados significativos ao nível de  $P < 0,05$ . Foram inseridos no modelo estatístico os efeitos da ordem de parto (OP), grupo (G) e tratamentos na lactação (TL).

### 3.3 RESULTADOS

A temperatura média ambiente máxima e mínima e a umidade relativa média máxima e mínima registrada durante o período experimental foram de 32,9 e 19,3 °C, e 86,6 e 58,8%, respectivamente.

De acordo com o delineamento experimental, a ordem de parto média foi de 3,17 e não diferiu ( $P > 0,10$ ) entre os tratamentos.

A duração do parto não foi influenciada ( $P > 0,10$ ) pelos tratamentos, tendo em média uma duração de 185,4 minutos, também não foi observado diferença na duração da lactação entre os tratamentos (24,5 d em média).

O consumo médio diário de ração não diferiu ( $P > 0,10$ ) entre tratamentos (em média 5,54 kg d<sup>-1</sup>; Tabela 3). A perda de peso corporal e de espessura de toucinho não foram afetadas ( $P > 0,10$ ) pelos tratamentos (Tabela 3). Sendo que as fêmeas perderam em média 37,71 kg e 2,83 mm, respectivamente para perda de peso e perda de espessura de toucinho. A perda de 37,71 kg equivaleu a uma perda percentual de 15,3% da condição corporal das fêmeas, evidenciando uma perda acentuada de condição corporal durante a lactação. A composição química das perdas corporais também não foi influenciada pelos tratamentos ( $P > 0,10$ ; Tabela 3).

Onde as fêmeas apresentaram em média perdas corporais de proteína, lipídio e energia de 29,45 kg; 8,5 kg; e 663 MJ; respectivamente.

O ganho de peso das leitegadas durante a lactação também não foi influenciado ( $P>0,10$ ; Tabela 4) pelos tratamentos. A produção diária de leite também não foi influenciada ( $P>0,10$ ; Tabela 4) pelos tratamentos, de forma que as fêmeas apresentaram uma média de 11,41 kg d<sup>-1</sup> de produção.

Houve uma tendência ( $P>0,05$ ) para efeito dos tratamentos no pH da urina aos 7 dias de lactação, onde o tratamento 2 apresentou um valor inferior aos demais tratamentos (6,72 vs. 7,27; Tabela 5). As fêmeas do tratamento 2 também apresentaram um pH aos 14 e 21 dias significativamente inferior aos demais tratamentos (6,44 vs. 7,09;  $P<0,05$ ; e 6,48 vs. 7,14;  $P<0,01$ ; respectivamente para 14 e 21 dias de lactação). Os níveis sanguíneos de Ca livre e PTH não foram influenciados ( $P>0,10$ ; Tabela 3) pelos tratamentos durante a lactação.

### 3.4 DISCUSSÃO

Uma pesquisa conduzida por ALEXANDRE et al., (2005), com 50 porcas primíparas e multíparas, estabelecendo níveis de Ca total, iônico e albumina para porcas gestantes e lactantes, com o objetivo de correlacionar a duração do parto. Observaram que a média de tempo de parto das porcas foi de 164 minutos, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Contudo, ao se comparar os resultados com os grupos que apresentaram níveis de Ca mais altos na gestação do que ao momento do parto e o inverso, estes autores observaram tempos de 146 e 197 minutos respectivamente, mostrando que os valores encontrados neste trabalho podem estar de acordo, indicando que existiam porcas com níveis diferentes de cálcio iônico.

Maximizar o consumo de ração na lactação é extremamente importante para manter a produção de leite e tem relação direta com o próximo ciclo reprodutivo. PENG et al. (2007), avaliando diferentes tipos de comedouro e oferecendo ração a vontade encontrou um consumo médio de 5,71 Kg d<sup>-1</sup>; resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. SPENCER et al. (2003), trabalhando com porcas

primíparas e multíparas em duas temperaturas, observou um consumo de ração médio na lactação de 4,83 Kg d<sup>-1</sup>, quando as porcas foram submetidas as temperaturas altas (32°C) e de 7,97 Kg d<sup>-1</sup>. Em temperaturas moderas (21°C), talvez o consumo de ração não tenha sido influenciado pelo tratamento e sim pela temperatura.

KOMEGAY e KITE (1983) e KORNEGAY et al. (1985), utilizaram níveis de Ca e P 100% e 150% dos recomendados pelo NRC (1979) durante 3 ciclos reprodutivos seguidos e não observaram efeitos da suplementação sobre o tamanho da leitegada, peso ao parto e ao desmame. MAXON e MAHAN, (1986) avaliando porcas de primeiro e segundo parto por dois ciclos reprodutivos seguidos utilizando uma relação Ca e P de 1,3:1, também não observaram diferença com relação ao peso e tamanho de leitegada, porém avaliando a composição óssea das porcas quando prenhas e não prenhas verificaram que o tamanho e peso da leitegada tem mais relação com o Ca corporal do que o Ca da alimentação. Isso nos leva a crer que se acompanhássemos o parto seguinte, poderíamos observar diferenças quanto ao desempenho da leitegada.

O fato de não ter sido observado diferença na produção estimada de leite pode estar vinculada ao estímulo nas glândulas mamárias realizadas pelos leitões, uma vez que os leitões foram equalizados nas primeiras 24 horas e segundo KING et al. (1997), quanto maior o leitão maior o estímulo que ele proporciona e maior a produção de leite. Leitões de grande porte tendem a mamar nos tetos que produzem mais leite (anteriores), conseqüentemente estímulos maiores não são realizados nos tetos posteriores o que poderia elevar a produção de leite. OLIVEIRA, (2006) trabalhando com diferentes níveis de treonina em dietas para porcas em lactação encontrou uma produção de leite estimada de 7,56Kg-1d, em leitegadas equalizadas de 10 leitões por porca, valores esses inferiores aos encontrado no presente trabalho, mostrando que apesar de não haver diferença entre os tratamentos todas as porcas tiveram uma produção de leite alta.

O Ca é solúvel em meio ácido, sendo que em pH alcalino precipita com relação ao pH urinário. Em porcas com infecções urinárias espera-se encontrar urina alcalina, em razão da microbiota localizada nas vias urinárias, que quando forem dotadas da enzima urease, transforma a uréia em amônia, provocando a

alcalinização (COLES, 1989). Porém, o pH urinário encontrado aos 14 dias de lactação demonstrou que o tratamento com 100% de Ca orgânico apresentaria pH urinário mais ácido que os demais tratamentos, indicando que talvez o Ca orgânico possa ajudar a prevenir a proliferação de bactérias patológicas nas vias urinárias ou acidificar o meio em caso de já haver um ambiente infectado evitando problemas reprodutivos. No entanto valores de pH para urina de fêmeas suínas, de 5,5 a 7,5 são considerados normais, e valores de 6,5 a 8, de infecção urinária segundo SOBESTIANSKY et al. (1995) e os valores encontrados no trabalho estariam dentro da faixa de normalidade de pH urinário para porcas. MENIN et al. (2008) verificaram que porcas com e sem infecção urinária apresentaram valores médios de pH de 6,42 e 6,29, respectivamente, não diferindo significativamente.

A análise de Ca iônico aos 14 e 21 dias de lactação, foram feitas para observar a flutuação do nível de cálcio durante este período, e foi observado que não houve diferença com relação aos tratamentos e as datas de coleta. Este resultado, também foi observado por ALEXANDRE et al. (2005), ao analisar o Ca iônico de porcas na gestação e na lactação. Os valores de Ca encontrados nesta pesquisa, foram 5 vezes superiores aos encontrados por ALEXANDRE et al. (2005). Podemos considerar o valor de Ca ionizado um bom indicativo do metabolismo do Ca, uma vez que LINCOLN e LANE, (1990) avaliando vacas observaram que apresentavam Ca sérico em níveis adequados, contudo, a leitura de Ca iônico indicava hipocalcemia das vacas, o mesmo foi dito por GONZÁLEZ, (2008) que afirma que pelo fato do controle endócrino do Ca ser muito bom, variando até 17% em vacas, seus níveis sanguíneos não são bons indicadores de estado nutricional.

A secreção de PTH está relacionado com o metabolismo do Ca, ele é responsável pela estimulação da desmineralização óssea para aumentar os níveis de Ca circulante (BERNARDO, 2010), mas apesar de não ter sido observado diferença entre os tratamentos com relação aos níveis de PTH circulante, podemos verificar nos dados níveis maiores de PTH aos 14 dias de lactação comparados aos 21 dias. Talvez essa diferença numérica entre 14 e 21 dias de lactação, pode estar relacionada com a temperatura ambiente, consequentemente a limitação do consumo de ração e com a curva de produção de leite que é estimulada pela sucção dos leitões. Estes fatores poderiam influenciar os níveis de PTH uma vez que a

lactação demanda uma grande quantidade de Ca do organismo, sendo assim, maior produção exigiria mais Ca e conseqüentemente uma resposta hormonal de PTH.

### **3.5 CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que em dietas para fêmeas suínas em lactação é possível fazer a substituição total da fonte de Ca inorgânico por uma fonte orgânica de Ca sem impactar sobre o desempenho produtivo e reprodutivo das mesmas e no desempenho de suas leitegadas. Também é possível observar uma possível alternativa do uso do Ca orgânico para evitar ou amenizar quadros de infecção urinária.

Mais estudos precisam ser feitos para avaliar os benefícios do uso da fonte de Ca orgânico e sua interação com o ciclo reprodutivo de fêmeas suínas.

Tabela 2. Impacto da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas durante 25 d de lactação

Variáveis	Tratamentos						DPr <sup>1</sup>	Estatística <sup>2</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Número de fêmeas	76	74	73	76	75	77		
Ordem de parto	3,11	3,17	3,12	3,16	3,20	3,20	1,20	
Duração da lactação, d	24,7	24,6	24,4	24,5	24,5	24,3	1,2	
CMDR (d 1 ao desmame), kg d <sup>-1</sup>	5,51	5,54	5,54	5,61	5,38	5,55	0,73	
Peso corporal, kg								
Ao parto	245,7	247,7	244,9	247,1	248,6	248,1	20,9	OP*
Ao desmame	207,2	208,8	206,4	208,5	211,5	213,5	20,5	OP*, G†
Perda de peso	-38,4	-38,9	-38,5	-38,6	-37,1	-34,5	11,3	OP***, G***
Espessura de toucinho, mm								
Ao parto	15,4	16,0	15,8	15,7	15,7	15,5	3,2	OP***
Ao desmame	12,6	13,1	12,9	12,9	12,6	12,8	2,8	OP*
Perda de espessura de toucinho	-2,8	-2,9	-2,9	-2,8	-3,1	-2,6	1,9	OP**, G*
Composição química da perda corporal <sup>3</sup>								
Proteína, kg	-29,9	-30,3	-30,0	-30,1	-28,9	-27,1	8,6	OP***, G***
Lipídios, kg	-8,77	-8,78	-8,74	-8,63	-8,71	-7,63	3,75	OP***, G**
Energia, MJ	-673	-682	-677	-672	-666	-612	198	OP***, G***
Duração do parto, min	178,9	166,9	205,4	176,7	195,4	184,5	71,6	

<sup>1</sup> DPr = Desvio padrão residual. <sup>2</sup> Obtido a partir da análise de variância (GLM incluindo os efeitos da ordem de parto (OP), tratamento (TL) e grupo de fêmeas (G)). <sup>3</sup> Calculado a partir das equações publicadas por Dourmad et al. (1997). Proteína (kg) = 2.28 (2.22) + 0.178 (0.017) × PV vazio - 0.333 (0.067) × P2 (RSD = 1.9); lipídios (kg) = -26.4 (4.5) + 0.221 (0.030) × PV vazio + 1.331 (0.140) × P2 (RSD = 6.1); energia (MJ) = -1.075 (159) + 13.67 (1.12) × PV vazio + 45.98 (4.93) × P2 (RSD = 208). PV vazio (kg) = a × PV<sup>1.013</sup> (kg), onde a = 0.912 ao parto e a = 0.905 ao desmame. P2 = P2 espessura de toucinho (mm). PV = peso vivo (kg). \*\*\*P<0,001; \*\*P<0,01; \*P<0,05; †P>0,05.

Tabela 3. Impacto da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio para fêmeas suínas sobre o desempenho das leitegadas durante 25 d de lactação

Variáveis	Lactação						DPr <sup>1</sup>	Estatística <sup>2</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Número de fêmeas	76	74	73	76	75	77		
Ordem de parto	3,11	3,17	3,12	3,16	3,20	3,20	1,20	
Duração da lactação, d	24,7	24,6	24,4	24,5	24,5	24,3	1,2	
Tamanho da leitegada								
Ao parto (vivos)	13,69	13,71	13,47	13,93	13,81	13,54	1,35	
Ao desmame	12,04	12,41	12,06	12,18	12,00	12,05	1,22	OP***
Peso médio do leitão, kg								
Ao parto	1,27	1,33	1,27	1,21	1,24	1,24	0,20	OP**
Ao desmame	6,39	6,24	6,26	6,35	6,29	6,22	0,83	OP***
Peso da leitegada, kg								
Ao parto	17,4	18,2	17,1	16,8	17,1	16,8	2,89	OP**
Ao desmame	76,6	77,1	75,1	77,1	75,1	74,5	10,8	
Ganho de peso leitegada, kg d <sup>-1</sup>	2,40	2,38	2,38	2,46	2,36	2,38	0,43	
Produção de leite <sup>3</sup> , kg d <sup>-1</sup>	11,38	11,47	11,24	11,88	11,22	11,22	2,45	

<sup>1</sup>DPr = Desvio padrão residual. <sup>2</sup>Obtido a partir da análise de variância (GLM) incluindo os efeitos da ordem de parto (OP), tratamento (TL) e grupo de fêmeas (G). <sup>3</sup>Produção diária de leite calculado a partir do ganho de peso da leitegada, tamanho da leitegada e MS do leite (19%) usando a equação de Noblet e Etienne (1989).  $PL (kg/d) = [(0,718 \times GPD - 4.9) \times N^{\circ}leitões] / 0.19$ . \*\*\*P<0,001; \*\*P<0,01.

Tabela 4. Impacto da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio para fêmeas suínas sobre os níveis plasmáticos de PTH e Ca livre e sobre o pH da urina durante 25 d de lactação

Variáveis	Lactação						DPr <sup>1</sup>	Estatística <sup>2</sup>
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Número de fêmeas	20	20	20	20	20	20		
pH								
Ao parto	6,60	6,45	6,71	6,72	6,32	6,33	0,76	G*
Ao d 7	7,14	6,72	7,18	7,08	7,53	7,43	0,58	TL†
Ao d 14	7,25 <sup>a</sup>	6,44 <sup>b</sup>	7,26 <sup>a</sup>	7,18 <sup>a</sup>	6,91 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	0,71	TL*
Ao d 21	7,13 <sup>a</sup>	6,48 <sup>b</sup>	7,06 <sup>a</sup>	6,98 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>	7,28 <sup>a</sup>	0,52	TL**
PTH <sup>3</sup> , pg/mL								
Ao d 14	18,81	17,08	19,11	19,03	22,50	21,03	25,47	
Ao d 21	10,97	11,65	6,09	8,79	15,63	4,78	8,26	G*
Ca livre, mmol/L								
Ao d 14	1,40	1,36	1,38	1,35	1,36	1,36	0,07	G*
Ao d 21	1,41	1,39	1,36	1,42	1,38	1,37	0,09	

<sup>1</sup> DPr = Desvio padrão residual. <sup>2</sup> Obtido a partir da análise de variância (GLM) incluindo os efeitos da ordem de parto (OP), tratamento (TL) e grupo de fêmeas (G). <sup>3</sup>Hormônio paratireóide. \*\*P<0,01; \*P<0,05; †P>0,0609.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, A.A da Cunha, ALBERTON, G.C, FILHO, L.A, ROCHA, R.M.V.M. Níveis de cálcio sérico em porcas gestantes e em trabalho de parto. *Maringá*, v. 27, n. 3, p. 333-339, 2005.

AOAC. Association of the Official Analytical Chemists. Official and tentative Methods of analysis, 16th ed. C, Washington, DC, USA, 1995.

BERNARDO, A.C. CLÍNICA MÉDICA E CIRÚRGICA DE PEQUENOS ANIMAIS: Hipocalcemia Puerperal Canina.2010.

COLES, E.H. Veterinary Clinical Pathology. Saunders. Philadelphia. 486 p. 1989.

DOURMAD, J. Y. ETIENNE, M. NOBLET, J. Reconstitution of body reserves in multiparous sows Turing pregnancy: Effect of energy intake Turing pregnancy and mobilization Turing the previous lactation. **Journal of Animal Science**. 74:2211-1997.

GONZÁLEZ, F.H.D e SILVA,C.S. Patologia clínica veterinária: texto introdutório. 2008.

HERRICK, J.B.Mineral in animal health. In: Ashmead,H.D (Ed). The roles of amino acids chelates in animal nutrition. New Jersey: Noyes,1993.

KING, R.H.; MULLAN, B.P.; DUNSHEA, F.R.; DOVE, H. The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livestock Production Science*, v. 47, p.169-174,1997.

KOMEGAY, E. T., B. G. DIGGS, O. M. HALE, D. L. HANDLIN, J. P. HITCHCOCK AND R. A. BARCWSKI. Reproductive performance of sows fed elevated calcium and phosphorus levels during growth and development **Journal of Animal Science**. 61:1460.1985.

KORNEGAY, E. T. AND B. KITE. Phosphorus in swine. VI. Utilization of nitrogen, calcium and phosphorus and reproductive performance of gravid gilts fed two dietary phosphorus levels for five parities. **Journal of Animal Science**. 57:1463. 1983.

KRATZER, F.H, VOHRA, P. Chelates and chelation. In: KRATZER, F.H, VOHRA,P. Chelates in nutrition. Boca Ration, Florida: CRC Press, p. 5-33.1996.

LINCOLN, S.D, LANE, V.M. Serum ionized calcium concentration in clinically normal dairy cattle, and changes associate with calcium abnormalities. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 197, n. 11, 1990.

MAXSON, P.F, MAHAN, D.C. Dietary calcium and phosphorus for lactating swine at high and average production levels. **Journal of Animal Science**. 63:1163-1172. 1986.

MENIM, A. et al. Diagnóstico de infecção urinária em fêmeas suínas produtivas em granjas comerciais no sul do Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 199-206, 2008.

MUNIZ, E. B.; AGRÁRIAS, D. C.; CDO, M.; et al. Corte evaluation of calcium sources to the broiler chickens. , p. 5–14, 2007.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v.67, n.12, p.3352-3359, 1989.

OLIVEIRA, V.A.F. Níveis de treonina digestíveis em rações para matrizes suínas em lactação. Tese. 2006.

PENG, J.J, SOMES, S.A e ROZEBOMM, D.W. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. **Journal of Animal Science**. 2007. 85:853–860. 2007.

SOBESTIANSKY J. Causas e controle de descargas vulvares na suinocultura intensiva. In: Seminário Internacional de Suinocultura, 3, 1998, São Paulo, SP. Porto Feliz: Gessulli, p.60-72. 1998.

SOBESTIANSKY, J. et al. Infecção urinária de origem multifatorial na fêmea suína em produção. Periódico técnico-informativo elaborado pela EMBRAPA– CNPSA, a. 4. n. 16. 1995.

SPENCER. J.D, BOYD.R,D, CABRERA.R e ALLEE, G,L. Early weaning to reduce tissue mobilization in lactating sows and milk supplementation to enhance pig weaning weight during extreme heat stress. **Journal of Animal Science**. 2003. 81:2041–2052. 2003.

TOPIGS, Manual TOPIGS para alimentação de fêmeas, 2012.