

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**FARINHA DE ALGAS MARINHAS CALCÍNICAS (*Lithothamnium calcareum*) NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

LILIANA BURY DE AZEVEDO DOS SANTOS

SALVADOR- BAHIA
NOVEMBRO - 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**FARINHA DE ALGAS MARINHAS CALCÍNICAS (*Lithothamnium calcareum*) NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

LILIANA BURY DE AZEVEDO DOS SANTOS
Zootecnista

SALVADOR- BAHIA
NOVEMBRO - 2017

LILIANA BURY DE AZEVEDO DOS SANTOS

**FARINHA DE ALGAS MARINHAS CALCÍNICAS (*Lithothamnium calcareum*) NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição e Produção de Não Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho
Coorientador (a): Prof. Dr^a. Juliana Cantos Faveri

**SALVADOR- BAHIA
NOVEMBRO - 2017**

Sistema de bibliotecas – UFBA

A994 Azevedo, Liliana Bury de
Farinha de Algas Marinhas Calcíticas (*Lithothamnium calcareum*) na
alimentação de leitões na fase de creche / Liliana Bury de Azevedo. -- Salvador,
2017.
50f. :il

Orientador: Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho. Coorientadora: Prof. Dra.
Juliana Cantos Faveri.

Dissertação (Mestrado - Programa de pós-graduação em Zootecnia) --
Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia,
2017.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Cálcio. 3. Digestão. 4. Minerais na nutrição
animal. 5. Desempenho. I. Carvalho, Paulo Levi de Oliveira. II. Faveri, Juliana
Cantos. III. Título.

CDU: 636.087.7

LILIANA BURY DE AZEVEDO DOS SANTOS

**FARINHA DE ALGAS MARINHAS CALCÍNICAS (*Lithothamnium calcareum*) NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

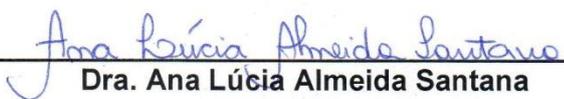
Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Salvador, 07 de novembro de 2017

Comissão examinadora:



Dra. Juliana Cantos Faveri
UFBA
Co-Orientadora / Presidente



Dra. Ana Lúcia Almeida Santana
UFRB



Dra. Talita Pinheiro Bonaparte
UFBA

BIOGRAFIA DO AUTOR

LILIANA BURY DE AZEVEDO DOS SANTOS – Filha de Paulo Soares de Azevedo e Braulina de Lima Bury de Azevedo nasceu em Maragogipe, Bahia, em dois de janeiro de 1989. Iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal da Bahia no primeiro semestre de 2009, concluindo o mesmo em 16 de janeiro de 2015. No ano de 2016 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal da Bahia, sob a orientação do professor Doutor Paulo Levi de Oliveira Carvalho, submetendo-se ao Exame de pré-defesa de dissertação no dia 28 de outubro de 2017 defendendo a dissertação de Mestrado no dia 07 de novembro de 2017.

EPÍGRAFE

“Lembra da minha ordem: seja forte e corajoso! Não fique desanimada, nem tenha medo, porque eu, o Senhor, seu Deus, estarei com você em qualquer lugar por onde você andar”.

(Josué 1,9)

“O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis”.

(Fernando Pessoa)

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

(Antoine de Saint- Exupéry)

“Aos homens pode ser impossível, mas a Deus tudo é possível.”

(Mateus 19: 26)

DEDICATÓRIA

A Deus, pelo fôlego de vida e por permitir concluir mais essa etapa.

Aos meus pais Paulo Soares, Brulina Azevedo e aos demais familiares.

Ao meu esposo, Valmir Neves por me apoiar sempre.

A Paulo Bury e Elisana Ameno, pelo exemplo de amor e companheirismo.

Ao meu orientador Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho e Coorientadora Dr^a. Juliana Cantos Faveri, pela orientação, amizade e ajuda. Vocês são exemplos de profissionais a serem seguidos, do qual tenho muito orgulho de ter conhecido e poder trabalhar juntos.

AGRADECIMENTOS

Nessa conquista existem muitas pessoas que, merecem meu eterno agradecimento e dificilmente farei jus a todos que o merecem, pois essas páginas não serão suficientes. Mas quero desde já agradecer a todos com um MUITO OBRIGADO!

Agradeço a Deus, o Todo Poderoso por ter me dado força, saúde, empenho, determinação e sabedoria, pois sem ele nada disso seria possível. Pela certeza que cada ser humano é realmente do tamanho de seus sonhos, pois ao conseguir realizar esse trabalho pude perceber que posso superar qualquer obstáculo, que há algum tempo pensava que seria impossível. A ele toda Glória, Honra e Adoração. Por me fazer uma pessoa de caráter, iluminada e me cercar de pessoas maravilhosas que contribuíram para realização de mais uma conquista.

À Universidade Federal da Bahia, através da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, pela oportunidade da realização desta pós-graduação em Zootecnia.

À Fundação de Amparo a pesquisas do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, biológicos Paulo Soares de Azevedo e Braulina de Lima Bury de Azevedo, por terem me ensinado o sentido da vida, a certeza de que vale a pena ser uma pessoa honesta e fiel, independentemente da situação.

Aos meus pais (primos), que a vida me proporcionou, Paulo Sérgio Bury dos Reis e Elisana Ameno M. dos Reis, por ter me acolhido, de maneira extraordinária no início da graduação, pela motivação e incentivo nos estudos, sempre confiante, me dando a certeza de que eu chegaria ao meu objetivo, esse apoio progrediu no mestrado. Essa vitória também é de vocês.

Ao meu esposo, Valmir Neves dos Santos, pela paciência, esforço, compreensão e motivação para eu seguir em frente, nos momentos de incertezas você me levantaram e me encorajou a persistir e não recuar. Eu amo muito você!

Aos meus irmãos, Paulo Sérgio Bury, Ana Paula Bury e Nivaldo Bury, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu orientador, professor Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho, pela orientação, confiança, amizade, conhecimento repassado, paciência e pela oportunidade de caminhar ao seu lado no qual tenho crescido como pessoa e profissionalmente, sendo essencial para minha formação, por ser uma pessoa brilhante.

A minha coorientadora professora Dr^a. Juliana Cantos Faveri pela amizade, conselhos, confiança e incentivo. E por ser canal de bênçãos em minha vida, pois foi através da senhora que trilhei outros caminhos que nunca imaginei trilhar.

A professora Dr^a. Silvana Teixeira de Carvalho, pela recepção em Marechal Cândido Rondon, amizade, confiança, sinceridade, palavras de conforto nos momentos de aflições, tensão, preocupação mesmo sem saber... Minha eterna Gratidão, a senhora é BENÇÃO em minha vida, agradeço a Deus pela sua vida.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação, pela transmissão do conhecimento, que foram e serão essenciais, na minha vida pessoal e profissional.

Aos membros que compuseram a minha banca de Pré-Defesa, doutoras Talita Pinheiro Bonaparte e Juliana Cantos Faveri e defesa de dissertação, professores doutores, Juliana

Faveri, Paulo Levi Carvalho, Silvana Carvalho, Talita Bonaparte e Ana Lucia Almeida, muito obrigada por terem contribuído com minha formação.

Ao amigo e irmão, Jansller Luiz Genova, pessoa brilhante, exemplo de profissional. Muito obrigada pela sua amizade, confiança, incansável ajuda na execução e conclusão deste trabalho, e por ter esse coração do tamanho do mundo, tudo se resume em GRATIDÃO.

A Cíntia Brito e Sarah Nogueira pela amizade, carinho e por ter aceitado o desafio em me acompanhar á Marechal Cândido Rondon, apoio fundamental no inicio de uma nova trajetória, vocês são demais, amo vocês.

À minha amiga (filha), Liliane oliveira, e a Victor Lima, pela essencial contribuição, nos estudos incansáveis das disciplinas do curso, pela ajuda nas análises de cálculo e por me dar a liberdade de dizer que eu posso contar sempre com vocês.

Aos colegas da Faculdade em especial, Jusaline Fernandes Vieira, CarineSouza Lima, Tayana Nery, Dayana, Luiz Paulo, Cherlle Kelly e Risalvo e aos demais por momentos inesquecíveis que jamais sairão da memória.

Ao grupo de Estudo GEMBA, pelo apoio, energias positivas e trocas de conhecimentos.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela acolhida e por possibilitar a execução do meu trabalho. Aos funcionários da Fazenda Experimental linha Guará, por todo apoio e contribuição.

Ao laboratório de Fertilidade de solos da Universidade Federal da Bahia, na pessoa do Professor Dr. Vagner Maximino Leite, pela contribuição em algumas análises.

Á Coopagril, pela parceria e confiança!

Ao frigorífico da Frimeza pela colaboração na coleta dos órgãos e dos dados.

À equipe do grupo de pesquisa GEPS, pela dedicação e colaboração na realização do experimento, pelo auxílio responsabilidade e amizade. Em especial: Jansller Luiz Genova, Isabela Ferreira Leal, Juliana Stocco, Fábio Souza Nicory, Heloíse Trautenmüller, Adriana Bulcão.

Essa foi uma das etapas que gostaria de vencer em minha vida, por isso, mais uma vez minha sincera gratidão a todos que contribuíram de alguma maneira, direta ou indiretamente, para a realização desta conquista.

Aos suínos.

Muito Obrigada!

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais com farinha de algas calcíticas utilizadas no ensaio de disponibilidade para suínos na fase de creche.....	16
Tabela 2 - Composição centesimal e química das rações para leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas.....	20
Tabela 3 - Coeficiente de digestibilidade Aparente (CDA) e Verdadeiro (CDV) de leitões alimentos com farinha de algas marinhas calcíticas e fonte padrão (calcário).....	22
Tabela 4 - Balanço do cálcio em dietas com farinha de algas marinhas calcíticas para leitões.....	23
Tabela 5 - Concentrações de cálcio e fósforo no soro sanguíneos (mg/dL) de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas.....	24
Tabela 6 - Desempenho de leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas.....	25
Tabela 7 - Valores de pH de órgãos de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas na fase de creche.....	27
Tabela 8 - Peso dos órgãos digestório e não-digestório, cheios, de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas na fase de creche.....	28
Tabela 9 - Concentração de cálcio total (mg/dL) de leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas.....	29
Tabela 10 - Custo de ração (Cr/kg), custo em ração ingerida por quilograma de peso corporal ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo de rações (IC) de leitões na fase de creche, alimentados com diferentes fontes de cálcio.....	29

LISTAS DE ABREVIATURAS

Bo - boro
Ca - cálcio
CA - conversão alimentar
CDA - coeficiente de digestibilidade aparente
CDV - coeficiente de digestibilidade verdadeira
CIA - cinzas insolúvel em ácido
Cr - cromo
Co - cobalto
Cu - cobre
CC - calcário calcítico
CDR - consumo diário de ração
CT - calcitonina
EAA - equipamento de absorção atômica
SAS - Statistical Analysis System
S - enxofre
Na - sódio
Fe - ferro
Fl - fluor
FAMC - farinha de algas marinhas calcílicas
GEMBA - grupo de estudos de monogástricos da Bahia
GEPS - grupo de estudo e pesquisa em suínos
GDP - ganho de peso diário
HCL - ácido clorídrico
Mg - magnésio
Mn - manganês
Mo - molibdênio
N - nitrogênio
NRC - National Research Council
Ni - níquel
PF - peso final
P - fósforo
PH - potencial hidrogeniônio
PTH - paratormônio
Se - selênio
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Zn - zinco

SUMÁRIO

FARINHA DE ALGAS MARINHAS CALCÍTIICAS (*LITHOTHAMNIUM CALCARIUM*) NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Fatores estressantes no desmame de leitões.....	4
2.2. Minerais.....	4
2.2.1 Aspectos gerais.....	4
2.2.2 Cálcio.....	6
2.3. Metabolismo do Cálcio.....	7
2.3.1 Paratormônio (PTH).....	8
2.3.2 Calcitonina.....	8
2.4. Principais fontes de cálcio na suinocultura.....	9
2.5. A Alga <i>Lithothamnium calcareum</i>	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

SANTOS, Liliana Bury de Azevedo, Msc. Universidade Federal da Bahia, novembro de 2017. **FARINHA DE ALGAS MARINHAS CALCÍNICAS (*LITHOTHAMNIUM CALCAREUM*) NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE.**
Orientador: Paulo Levi de Oliveira Carvalho.

Objetivou-se com este estudo avaliar a utilização da Farinha de Algas Marinhas Calcínicas (FAMC), na alimentação de leitões em fase de creche e seus efeitos na disponibilidade de cálcio, no desempenho, nos parâmetros sanguíneos e a viabilidade econômica. No experimento I, foi realizado um ensaio de disponibilidade, sendo utilizados 24 leitões mestiços, machos inteiros, com peso médio inicial de $15,17 \pm 0,70$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos por: T1 = ração basal contendo o mínimo de cálcio (0,068%), T2 = ração contendo calcário calcítico, T3 = Ração contendo baixo nível de cálcio (0,018%) para determinar o cálcio endógeno excretado nas fezes, e T4 = ração contendo a farinha de algas marinhas calcínicas. Os alimentos avaliados foram: o calcário calcítico (CC) e a FAMC que substituíram a ração basal em quantidades variadas, de modo a fornecer 0,82% de Ca total, sendo que a relação de Ca:P foi corrigida utilizando-se o fosfato monoamônio. No experimento II de desempenho, utilizou-se 96 leitões mestiços, machos inteiros, com peso médio inicial de $6,01 \pm 0,7$ kg e peso médio final de $24,39 \pm 3,32$ kg, distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com três tratamentos, oito repetições e quatro animais por unidade experimental. Os tratamentos foram compostos por: T1= CC; T2=CC+FAMC e T3= Farinha de algas marinhas calcínicas (FAMC). As variáveis estudadas foram: Peso final (PF), consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA). As comparações entre médias de tratamento foram efetuadas respeitando-se o nível de 5% de significância por meio do teste de média. Os resultados obtidos mostram que as diferentes fontes de cálcio (CC e FAMC) não influenciaram ($P > 0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e nos coeficientes de digestibilidade verdadeira (CDV) e balanço de cálcio dos leitões. A utilização da farinha de algas marinhas calcínicas, em substituição à fonte de cálcio tradicional, pode ser incluída às rações de leitões em fase de creche, sem prejudicar os parâmetros de desempenho e tendo influência no pH do ceco de leitões apresentando um melhor resultado. Contudo, a viabilidade econômica de sua utilização depende da relação de preços entre os ingredientes utilizados na formulação da dieta.

Palavras-chaves: Alimento alternativo, desempenho, disponibilidade, minerais

ABSTRACT

SANTOS, Liliana Bury de Azevedo, Msc. Universidade Federal da Bahia, November, 2017. **CALCITIC SEAWEED FLOUR (LITHOTHAMIMUM CALCAREUM) IN THE FEEDING OF PIGLETS DURING THE NURSERY PHASE.** Advisor: Paulo Levi de Oliveira Carvalho.

The objective of this study was to evaluate the use of Calcitic Seaweed Flour (CSF) in the feeding of piglets during the nursery phase and its effects on the calcium availability, growth performance, blood parameters and economic viability. In the experiment I, an availability assay was carried out, using 24 crossbreed entire males, with an initial average body weight of 15.17 ± 0.7 kg, distributed in a randomized block design, with six replicates and one animal per experimental unit. The treatments consisted of: T1 = basal diet containing the minimum calcium (0.068%), T2 = diet containing calcitic limestone, T3 = diet containing low calcium level (0.018%) to determine the endogenous calcium excreted in feces, and T4 = diet containing CSF. The evaluated foods were calcitic limestone (CL) and CSF that replaced the basal diet in varied amounts, in order to provide 0.82% of total Ca, and the Ca:P ratio was corrected using monoammonium phosphate. At the growth performance (Exp. II), 96 crossbreed piglets were used, entire males, with an initial average body weight of 6.01 ± 0.7 kg and final average body weight of 24.39 ± 3.32 kg, distributed in a randomized complete block design, with three treatments, eight replicates and four animals per experimental unit. The treatments were composed of: T1 = CL; T2 = CL + CSF and T3 = CSF. The variables determined were: Final weight (FW), daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC). The comparisons between averages of treatment were made respecting the level of 5% of significance by the mean test. The results indicate that the different sources of calcium (CSF and CL) did not influence ($P > 0.05$) on apparent digestibility coefficient and true digestibility coefficient, nor on the calcium balance of piglets. The use of CSF in replacing the traditional calcium source may be included for piglet diets in nursery phase, without harm the performance parameters and having influence on the cecal pH of piglets showing better results. However, the economic viability of its use depends of the price relation between the ingredients used in the diet formulation.

Keywords: Alternative food, growth performance, availability, minerals

1. INTRODUÇÃO

O período de desmame é considerado a fase mais crítica na vida do leitão, pois impõe alguns desafios, como o estresse nutricional, ambiental e tensões sociais devido ao reagrupamento. Além de algumas dificuldades com adaptações a bebedouros e comedouros que podem favorecer na redução do consumo de ração, às mudanças bruscas na alimentação em que o leitão passa de uma dieta líquida (leite) altamente digestível para uma sólida (ração), menos digestível, que pode reduzir o ganho diário de peso desses animais e desta forma ocasionar perdas econômicas significantes na suinocultura (SANTOS et al., 2016).

O ganho de peso dos animais nesta fase, além de depender do potencial genético, e do desafio sanitário, também é determinado pela composição de ingredientes das rações de forma a atender as necessidades nutricionais inerentes (FERREIRA et al., 2003).

Contudo, o organismo dos animais não possui a capacidade de sintetizar os minerais para as manutenções vitais, sendo, desta forma, necessária o fornecimento através da dieta (MAIORKA e MACARI, 2002), que podem ser oriundos dos alimentos, de origem animal ou vegetal, porém a quantidade de minerais nos alimentos é abaixo do valor que o organismo necessita (FIORINI, 2008).

Diante do exposto, a concentração dos minerais disponíveis para os animais varia de acordo com o alimento fornecido, pois a suplementação do cálcio está em função dos ingredientes da ração (MCDOWELL, 1992).

Assim, a busca por ingredientes alimentares e estratégias nutricionais que contribuam para o funcionamento eficaz do trato gastrointestinal dos leitões, favorecendo o bom desempenho, torna-se indispensável para a produção intensiva de suínos (SILVA et al., 2014b).

Desta forma, surgem no mercado produtos à base de farinha de algas marinhas *Lithothamnium calcareum*, em que apresenta aproximadamente 32% de cálcio em sua composição (ALGAREA, 1997), sendo uma fonte alternativa de cálcio que pode ser utilizada na alimentação animal e tem agregado interesse pelas instituições de pesquisa.

Ainda é escasso de informações científicas na literatura, sobre a utilização da farinha de algas marinhas calcárias *Lithothamnium calcareum* para leitões. Assim o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a utilização da farinha de algas marinhas calcárias (*Lithothamnium calcareum*) na alimentação de leitões em fase de creche, e os efeitos sobre o desempenho, comparando a disponibilidade das fontes de cálcio utilizadas, parâmetros sanguíneos e sua viabilidade econômica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores estressantes no desmame de leitões

O desmame é a fase mais desafiadora na vida do leitão, pois além da mudança brusca da alimentação, o leitão perde o contato com a mãe, sendo forçado a desenvolver novos padrões comportamentais com leitegadas diferentes. Desta forma, o cuidado com o manejo dos animais, na fase de creche até o abate, é de suma importância, a fim de reduzir o estresse e evitar sofrimentos desnecessários (VIANA, 2013).

Dentre os diversos fatores estressantes em que os animais são acometidos, o manejo alimentar e sanitário de qualidade fornecido constantemente, irá favorecer a redução do baixo desempenho e potencial genético do animal, nos quais são comumente observados nesta fase (SILVA, 2012).

De acordo com Nabuurset al., 1993; Bandeira et al., (2007), nesta fase de transição, por apresentarem o sistema digestório, microbiota e imunidade ativa pouco desenvolvidos os animais ficam susceptíveis às infecções entéricas, que causam redução do desempenho produtivo dos leitões.

Torna-se necessário a busca por alimentos alternativos aos convencionais, entre esses, produtos naturais como a farinha de algas marinhas calcílicas, a qual vem demonstrando potencial por sua composição de minerais, podendo ser utilizada na alimentação de suínos.

2.2 Minerais

2.2.1 Aspectos gerais

Os minerais possuem papel importante na nutrição de suínos, participando de inúmeros processos bioquímicos inevitáveis ao desenvolvimento dos leitões evidenciando a formação óssea (Brito et al., 2006), deficiência ou o excesso impossibilita a expressão do máximo desempenho dos animais.

Os minerais podem ser classificados em macrominerais, quando são exigidos em maiores quantidades ou microminerais, quando o animal necessita em menor quantidade na dieta. Cabe ressaltar que, os microminerais apesar de serem exigidos em quantidades inferiores, apresentam papel fundamental em algumas rotas metabólicas, para vida e crescimento do animal (MAIORKA e MACARI, 2002).

Entre os macrominerais, o cálcio e o fósforo destacam-se por serem essenciais ao adequado desenvolvimento, manutenção da estrutura óssea, tendo função fundamental na formação dos ossos e dentes, e na eficiência de crescimento dos mesmos.

O cálcio e fósforo interagem entre si durante a absorção, metabolismo e a excreção (SCOTT et al., 1982). A absorção do fósforo dependerá da concentração adequada de cálcio na dieta, enquanto que a deficiência de cálcio limita o aproveitamento do fósforo absorvido e o excesso tende a reagir com o fósforo, assim o desequilíbrio entre estes minerais afeta a relação e interfere no processo de absorção de ambos os minerais (FURTADO, 1991).

Aproximadamente 99% do cálcio é depositado no esqueleto, enquanto que o restante encontra-se no músculo, sangue e outros tecidos (CUNNINGHAM, 2007). Assim, deficiências de cálcio resultam em pior calcificação do osso, o que pode propiciar raquitismo, osteoporose e osteomalácia nos animais, influenciando o crescimento (DUKES, 2006).

As fontes de cálcio utilizadas na alimentação animal podem ser de origem inorgânica (rochas) ou orgânica (farinha de conchas, algas e ossos). Em sua maioria as fontes utilizadas nas dietas dos animais são as oriundas de rochas, como o fosfato bicálcico e o calcário, pois além de serem mais abundantes, apresentam menor custo (MELO & MOURA, 2009).

Os alimentos comumente utilizados na alimentação de suínos apresentam baixos valores de cálcio. Considerando-se uma dieta à base de milho e farelo de soja, verifica-se que a mesma fornecerá entre 0,05 a 0,07% de cálcio, sendo valores bem inferiores aos níveis de 0,50 a 0,90% requeridos pelos animais (ROSTAGNO, 2011). Portanto, torna-se imprescindível a suplementação de cálcio para corrigir esta deficiência.

De acordo com Sellet al. (2006), um dos problemas na alimentação dos suínos está relacionado com a disponibilidade dos minerais, pois nos principais ingredientes da dieta (milho e soja), boa parte desses encontram-se complexados com o ácido fítico, tornando-se fundamental a inclusão de fonte inorgânica na ração. Entretanto, as características físicas e químicas da fonte podem afetar negativamente a disponibilidade do mineral. A solubilidade da fonte, por exemplo, é comprometida em pH tendendo ao básico, encontrado no intestino do animal, o que dificulta sua absorção Bronner (1998), comprometendo a digestibilidade.

Sabe-se que a análise química de um mineral no alimento ou mistura mineral não fornece informação sobre a disponibilidade do mineral para os animais. O termo “biodisponibilidade” é definido como o grau de absorção de um nutriente ingerido de uma forma que possa ser utilizado pelo metabolismo de um animal normal (AMMERMAN ET AL., 1995). Entretanto, animais jovens parecem ser mais eficientes na absorção de cálcio que animais adultos, o mesmo parece ocorrer com animais lactantes (NRC, 2012).

No Brasil, a principal fonte de cálcio utilizada para suínos é o calcário calcítico, devido ao custo e disponibilidade de acesso, sendo encontrada em grandes quantidades e em diversas regiões. Porém, outras fontes devem ser estudadas relacionando a sua biodisponibilidade de cálcio.

2.2.2 Cálcio

O cálcio é o cátion mais abundante do corpo, essencial em diversas funções biológicas, sendo que 99% está na forma mineral presente no esqueleto e 1% se encontram em tecidos, sangue e fluido extracelular (GONÇALVES, 2013).

A ausência de cálcio na matriz orgânica do osso favorece a rigidez e resistência do osso, de forma em que o cálcio se complexa com o fósforo e maximiza a taxa de mineralização óssea.

Em situações de uma dieta com baixas quantidades de cálcio, os ossos serão reabsorvidos para que ocorra a reposição do cálcio, em que desta forma os animais podem desenvolver a osteoporose causado pela diminuição da densidade mineral óssea (BERTECHINI, 2006).

Diante de várias fontes de cálcio que são disponibilizadas na nutrição animal, comumente é utilizado o calcário calcítico, em que o mesmo é rico em cálcio e pode ser encontrado abundantemente na natureza.

A inclusão excessiva de alguns minerais na dieta dos animais poderá ser tóxica ou agir como antagonista de vários minerais, assim como o magnésio que, em excesso se torna antagonista de diversos minerais incluindo o cálcio (GEORGIEVSKII et al., 1982). Além disso, quantidades excessivas de cálcio nas dietas interfere na disponibilidade de outros minerais como o fósforo, zinco e manganês (SCHOUTEN et al., 2003), que são importantes para o bom desenvolvimento do animal, devido à formação de quelato insolúvel dificultando a absorção dos outros minerais especialmente, sódio, potássio, magnésio, ferro e cobre McDonald et al (1993), aumentando expressivamente a quantidade de minerais excretados no meio ambiente.

Vários fatores influenciam a utilização e o metabolismo do cálcio no organismo, tais como: a presença da vitamina D, a relação de cálcio e fósforo na dieta incluindo a disponibilidade biológica do cálcio das fontes utilizadas nas rações, da idade e da espécie animal.

A necessidade de cálcio depende do seu estado metabólico e é regulado por alguns mecanismos, como absorção intestinal e reabsorção renal e remodelação óssea; que são controlados pelo sistema endócrino, envolvendo os hormônios paratormônio (PTH), calcitriol (1,25-dihidroxicolecalciferol D3) e a Calcitonina (FURLAN e POZZA, 2014).

2.3 Metabolismo do Cálcio

O cálcio utilizado para as manutenções vitais dos animais, são obtidos via circulação sanguínea, oriundo da absorção intestinal (duodeno e jejuno), assim como através da reabsorção óssea provenientes particularmente dos ossos longos, em que através de mecanismos homeostático são mantidos constante na corrente sanguínea envolvendo o paratormônio (PTH), a vitamina D, em sua forma ativa 1,25 dihidroxicolecalciferol (1,25(OH) 2 D), calcitonina (CT) e a proteína de ligação do cálcio (NUNES,1998).

A vitamina D em sua forma D3 tem como sua principal finalidade à síntese da proteína ligadora do cálcio, na qual é responsável por transportar o cálcio e favorecer sua absorção no intestino. A mesma após ser absorvida e transportada pela corrente sanguínea para diversos tecidos do organismo, inclusive para o fígado, que é convertida e levada para os rins (MAZZUCO, 2006).

De acordo com Nunes (1998), em situações que ocorrem uma diminuição ou deficiência de cálcio, em função de quantidades insuficientes do mineral, as glândulas paratireóides são estimuladas a elevar a secreção de paratormônio, desta forma aumentando a reabsorção óssea de cálcio e a conversão da forma inativa da vitamina D na sua forma ativa (1,25 dihidroxicolecalciferol), enquanto que a calcitonina os reduz. Assim, a quantidade de cálcio presente no corpo é regulada pelo hormônio paratireóide e pela calcitonina.

O PTH e a calcitonina são os hormônios responsáveis pela regulação dos níveis plasmáticos de Cálcio (Ca) que têm efeitos importantes sobre o metabolismo do Ca nos intestinos, ossos e rins (GONZÁLEZ e STEIN, 2014).

O Ca e o fósforo (P) exercem papéis fundamentais para as funções fisiológicas, transmissão de impulsos nervosos, ativação enzimática, contração muscular, reações metabólicas, síntese protéica, manutenção de equilíbrios osmóticos e ácido-base, assim como componentes em membranas (CRENSHAW, 2001; EWING e CHARLTON, 2007).

É de suma importância para as funções vitais do organismo, que ocorra freqüentemente a manutenção da concentração extracelular. Em decorrências da ampla movimentação de entrada e saída do cálcio, o organismo possui sistemas regulatórios para preservar seus níveis plasmáticos por volta de 2,5 mM/L, no qual sua homeostase estará sendo controlada hormonalmente (HOENDEROPP, 2005), sendo a calcitonina da tireóide, hormônio da paratireoide (PTH) e o 1,25 dihidroxicolecalciferol (DHC), o produto do metabolismo da vitamina D.

2.3.1 Paratormônio (PTH)

O PTH é um peptídeo secretado pelas células principais das glândulas (SILVA, 2006). É responsável pelo aumento da concentração de Ca no sangue e por estimular a reabsorção óssea.

De acordo com Guyton e Hall (1998), além dos efeitos que o PTH tem como o aumento da concentração plasmática de Ca, o mesmo eleva a forma ativa da vitamina D, desta forma ele estimula uma absorção em níveis maiores de Ca no intestino.

De acordo com as necessidades de homeostase do Ca, através do seu efeito na síntese renal de calcitriol (vitamina D ativa), que se encontra envolvido no processo de regulação da formação óssea, juntamente com a vitamina D (PIZAURO JUNIOR, 2008). O PTH, não tem efeito direto na absorção intestinal, porém regula esse processo.

A vitamina D ou calciferol tem papel importante na regulação dos níveis séricos de cálcio e fósforo, no qual promovem a absorção intestinal e a reabsorção nos rins, assim como inibe a liberação do PTH (BASTOS et al., 2003).

Quando a quantidade de cálcio no plasma se encontra abaixo do normal, as glândulas paratireóides elevam a secreção de paratormônio, desta forma a calcemia aumenta, retornando ao normal (HENN, 2010). Através desta ação a concentração plasmática de cálcio se mantém constante, ainda que haja situações em que venham alterar os fluxos deste mineral no organismo, como disfunção renal e permissão de alterações no metabolismo ósseo.

O efeito do PTH no metabolismo ósseo é variável e depende de alguns fatores como a dose e forma de administração do mesmo no indivíduo (RUIZ et al., 2015). Assim, o PTH exerce dois efeitos diferenciados sobre o osso que podem ser considerados como fase rápida (também chamada de osteólise, que ocorre em minutos e resulta na ativação das células ósseas já existentes, desta forma promovendo a absorção de Ca e fosfato), entretanto a segunda fase é considerada fase lenta, pois só ocorre depois de alguns dias para se inserir por completo e resulta na propagação dos osteoclastos, assim ocorrerá um aumento em que irá estimular a reabsorção osteoclastica do osso, e não somente da absorção de Ca e fosfato (GUYTON e HALL, 2006).

2.3.2 Calcitonina

A calcitonina é um hormônio secretado pelas células parafoliculares ou células C da tireóide, em situações em que a concentração de cálcio plasmático encontra-se elevado, ela exerce sua principal função, reduzindo os níveis plasmáticos de cálcio, retornando ao normal.

Desta forma, a calcitonina inibe a reabsorção óssea e assim, aumenta a excreção de cálcio através da urina (GUYTON e HALL, 2006).

De acordo com Raff e Levitzky (2011), a calcitonina é um peptídeo de cadeia única composta por 32 aminoácidos, sintetizados e secretados pelas células C da glândula tireóide, e que apresenta efeito oposto ao paratormônio e vitamina D. A mesma é responsável pela redução das atividades de absorção dos osteoclastos, favorecendo a deposição do cálcio em vez da sua absorção nos intestinos, na medida em que a atividade osteoplástica aumenta, promove regulação da calcemia e conseqüentemente quantidades de cálcio são transportadas do sangue e se fixam nos ossos (HENN, 2010).

A calcitonina apresenta papel importante na diminuição da formação de novos osteoclastos, desta forma aumenta a atividade de osteoblastos em que irá favorecer no processo de redução de cálcio no sangue. A degradação da calcitonina ocorre no fígado, rim, tecido ósseo e até mesmo na tireóide e sua principal via de excreção é a via renal (GONZÁLEZ, 2010).

A calcitonina reduz a concentração plasmática do cálcio, pelo menos entre duas formas: seu efeito imediato reduz a atividade absorviva dos osteoclastos, assim como o efeito osteolítico da membrana osteocítica no osso, assim ocorre o desvio do equilíbrio de forma a favorecer na deposição do cálcio, esse efeito é significativo, especialmente em animais jovens devido ao rápido intercâmbio do cálcio absorvido e depositado; o segundo efeito é mais prolongado e é baseado na diminuição da formação de novos osteoclastos, conseqüentemente na reabsorção óssea (GUYTON e HALL, 2006).

2.4 Principais fontes de cálcio na suinocultura

A suplementação de cálcio na dieta dos animais tem sido de grande importância nutricional, a fim de corrigir as deficiências minerais existentes nos grãos e farelos, além de suprir as exigências dos mesmos visando ótimo desempenho e sanidade dos animais (SÁ et al., 2004).

Para que haja a utilização adequada de suplementos e ingredientes quais são introduzidos na formulação de dietas, é válido ressaltar o conhecimento das composições químicas e seus valores nutricionais, com a finalidade de que se obtenha uma formulação balanceada para a alimentação dos animais (MUNIZ et al., 2007).

Essas informações podem ser obtidas através das tabelas brasileiras para aves e suínos Rostagno et al (2017), National Research Council (NRC, 2012) para suínos, assim como outras literaturas e certificados de análises químico-física usados por empresas da área de nutrição animal.

A maior parte dos minerais, que são frequentemente utilizados na nutrição animal, com o intuito de suprir a exigência de cálcio nas formulações é originária de fontes inorgânicas, oriundas de rochas, como o fosfato bicálcio e calcário, por ser encontradas de forma mais abundantes na natureza e por apresentarem menor custo (ARAÚJO et al.,2008; MELO e MOURA,2009).

Entretanto, devido a esse menor custo, a maioria das fontes de cálcio utilizada como suplemento nas rações de suínos, tem inclusão que acaba sendo elevada, no que resulta em dietas com níveis nutricionais de cálcio acima do exigido.

Quando isso ocorre devido à capacidade tamponante das fontes de cálcio, poderá ocorrer uma redução da acidez estomacal, e assim prejudicar a digestibilidade da fração protéica, e desta forma aumentar os riscos de diarreias, inclusive em leitões que são mais sensíveis, em que a fração não digerida pelo animal pode causar modificação na microbiota intestinal e consequentemente reduzirem a população de bactérias benéficas e aumentar as patogênicas.

A utilização de fontes de produtos de origem animal e mineral como suplementação de cálcio são consideradas de boa disponibilidade biológica, uma vez comparada ao carbonato de cálcio como padrão, em que o mesmo apresenta alta disponibilidade de cálcio, por esta razão pode reduzir a absorção de fósforo de leitões devido ao aumento na relação Ca:P disponível (FURLAN e POZZA, 2014).

Também podem ser utilizadas as fontes orgânicas que são provenientes das algas marinhas, cascas de ovos e conchas de ostras e búzios, as quais podem apresentar maior solubilidade quando comparado às fontes de rochas (MELO et al., 2006a). Os principais benefícios da utilização de fontes orgânicas é que as mesmas são fontes renováveis de cálcio, sendo o inverso das fontes inorgânicas,que não apresentam capacidade de renovação e sua extração ocasiona impacto ambiental. Incentivo à busca por novas opções com maior biodisponibilidade, que não sejam oriundas de rochas, será de grande valia, a fim de reduzir custos e maximizar o desempenho animal (MELO e MOURA, 2009).

De acordo com Gonzalez-vega(2014), as fontes inorgânicas de cálcio apresentam aproximadamente de 16,9 a 38,5% de cálcio, enquanto que os ingredientes alimentares baseados em plantas disponibilizamcerca de 0,01 a 0,69 % de Cálcio.

O calcário calcítico é uma rocha sedimentar, originário da rocha calcária calcítica moída,Brito (2008), que é comumente utilizada em formulações de ração animal. Para suínos,uma vez fornecido em quantidade maior que a ideal reduz a acidez estomacal, Mateos(2015a), além de poder interferir em retornos insatisfatórios, podendo agir como antagonista para outros minerais.

Esses compostos minerais são regularmente utilizados para a formulação de rações na forma natural ou através de misturas minerais, denominadas premix (SILVA e PASCOAL, 2014).

O fosfato bicálcico é um suplemento de fósforo bastante utilizado nas rações animais, por ser uma fonte que apresenta elevado valor comercial, o mesmo é oriundo da flotação da rocha moída, normalmente, com ácido sulfúrico, resultando em ácido fosfórico, que é desfluorizado e desulfatado. Por ser uma fonte mista pode ser utilizada como suplemento de cálcio, pois apresenta em sua composição cerca de 24,5% de cálcio total (ROSTAGNO et al., 2011).

Estudos foram realizados a fim de avaliar fontes alternativas ao fosfato bicálcico na alimentação animal, já que as buscas por alimentos alternativos de maior biodisponibilidade, que não sejam oriundos de rochas, tem sido crescentes com o intuito de minimizar os custos de produção sem prejudicar o desempenho animal (MELO e MOURA, 2009).

O fosfato bicálcico se caracteriza por apresentar maior presença de fosfato monocálcico, alta solubilidade em água, o que torna boa disponibilidade. Contém em torno de 18% de fósforo e máxima de cálcio/fósforo de 1,15/1. Entretanto, pode-se tornar uma fonte viável para alimentação de não-ruminantes com a finalidade de balancear os níveis de cálcio e de fósforo das rações (TEIXEIRA et al., 2005).

Teixeira et al. (2005) avaliaram a substituição do fosfato bicálcico pelo fosfato monobicálcico mediante parâmetros ósseos e deposição nos tecidos de suínos e não observaram diferença estatística, desta forma, os autores relataram que para suínos, nas fases de crescimento e terminação, a substituição total e/ou parcial do fosfato bicálcico pelo monobicálcico não influencia no desempenho dos animais.

Stein et al. (2011) avaliaram o balanço e a digestibilidade aparente de cálcio e fósforo, suplementando a dieta de suínos na fase de crescimento com níveis de carbonato de cálcio. Os autores concluíram que o efeito linear positivo para o consumo, excreção fecal e urinária, absorção e retenção, assim como, a digestibilidade aparente não foi influenciada e esse resultado pode ser atribuído ao consumo e excreção do mineral.

Dentre vários fatores que são indispensáveis no ato da escolha de fontes alternativas de cálcio para a utilização na alimentação animal, merece destaque a forma química em que o alimento está presente, a viabilidade econômica, assim como sua disponibilidade na região, granulometria, solubilidade e teor de impurezas que são fatores de suma importância e exigem atenção no ato da aquisição (SILVA e PASCOAL, 2014).

A utilização das algas marinhas como fonte de cálcio, tem despertado o interesse de pesquisadores na nutrição animal, pois é uma fonte que apresenta níveis satisfatórios ao que

se refere à biodisponibilidade de cálcio (MELO e MOURA, 2009).

As algas marinhas calcárias são plantas desenvolvidas nas zonas entremarés, em profundidade em torno de até 200 metros (SOUZA, 2012). Quando há incidência de luz natural, sua renovação é permanente se tornando uma fonte de macro e microminerais renovável.

Desta forma, surge a alternativa de se utilizar o FAMC, como fonte alternativa de cálcio na alimentação de suínos. As algas calcárias são compostas de cálcio e magnésio, além de mais de 20 oligoelementos presentes em quantidades diferentes em sua composição, destacando: ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), molibdênio (Mo), selênio (Se) e estrôncio (Sr) que agrega mais de 20 nutrientes a nutrição animal (DIAS, 2000; MELO e FURTINI NETO, 2003).

Sobretudo, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas, com a finalidade de avaliar a utilização da FAMC nas rações animais, podendo ser utilizada como fonte alternativa de cálcio, por apresentar elevadas concentrações desse mineral.

2.5 A Alga *Lithothamnium calcareum*

O *Lithothamnium calcareum* é um fóssil de algas marinhas, nos quais em sua maioria são de coloração vermelha ou rodofíceas, em razão da presença de phyco-eritrina. A alga morta é de coloração cinza azulada, pertencente ao grupo das algas vermelhas da família das *Coralineaceae*. Rica em elementos minerais em concentrações variadas, a depender da profundidade, local e estação do ano, sendo considerada uma fonte com valores expressivos de cálcio biodisponível para uso na alimentação animal (MELO e MOURA, 2009).

São plantas que crescem naturalmente no meio marinho e se desenvolvem em grandes profundidades onde existe a presença de luz (DIAS, 2000; MELO; MOURA, 2009). Seu esqueleto é constituído entre 95 a 99% de minerais predominantemente de carbonato de magnésio e carbonato de cálcio, como também de outros minerais não menos importantes, que são utilizados na agricultura, alimentação animal e estão presentes em alguns complementos na alimentação humana (ASSOUMANI, 1997; MELO e MOURA, 2009).

As renovações das FAMC ocorrem de forma permanente, sendo necessário que haja incidência de luz natural, tornando assim uma fonte renovável tanto de macrominerais quanto de microminerais, que podem ser extraídas de forma manual por meio de redes de pesca ou por mergulhadores, ou ainda, colhidas de forma mecânica (navio aspirador) pela sucção da alga em pó, acumuladas em “ilhas de areia biodentrítica”.

A partir disso, sua utilização é feita a partir do seu estado natural, ou após passarem por

processo de lavagem, desidratação e moagem. Essa matéria prima in natura é lavada, desidratada e moída e em seguida ensacada para evitar possíveis contaminações. Muitas das vezes em sua maioria o calcário produzido pela extração da alga FAMC, é denominado como calcário biogênico ou biodentrítico marinho e podendo ser usado na nutrição animal e humana, na correção e fertilização do solo, podendo ainda ser empregado na indústria de cosméticos (GOETZ, 2008; COSTA NETO et al., 2010).

Segundo, Melo e Moura (2009) a utilização da FAMC, no Brasil se limitava apenas a agricultura, sendo que nos últimos anos com a emissão de produtos a base de FAMC, como suplemento em rações para animais, a mesma vem despertando o interesse de pesquisas em diversas instituições públicas e privadas.

Na alimentação animal pode ser administrada para diferentes espécies, melhorando a saúde dos animais, a qualidade dos seus derivados (leite, carne, ovos, queijos), assim como seu ciclo reprodutivo (MELO et al., 2006).

Por fornecerem nutrientes balanceados pela natureza, como altas concentrações de cálcio e nutrientes catalisadores de metabolismo, desta forma traz como benefício a fácil absorção dos mesmos pelos animais, sem antagonismo iônico melhorando a conversão alimentar, rápida recuperação de fraturas e maior fixação de fósforo, assim o produto possui as características de ser natural (ALGAREA, 1997).

Avaliando a biodisponibilidade da alga *Lithoramnium calcareum* através da solubilidade em pH 1,5 a alga solubiliza 96% contra 67% do calcário e 61% das conchas e ostras (ASSOMANI, 1997).

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos diversos estudos com a FAMC, com o propósito de avaliar a eficácia deste produto na cicatrização óssea. Visando que é o único suplemento mineral natural de fonte renovável que possui todos os minerais essenciais, organicamente equilibrados, desta forma proporciona ganhos de produtividade, reprodução animal e sanidade (TEIXEIRA, 2008).

De acordo com Fialho et al., (1992), também foram observados efeitos de melhora na conversão alimentar, avaliando algumas fontes de suplementação de cálcio para suínos, os autores relataram que as dietas tanto para crescimento como para terminação, podem ser suplementadas com cálcio provenientes do calcário calcítico, farinha de ostras, gesso ou FAMC.

Efeitos de melhoria na conversão alimentar também foram obtidos por Pope et al. (2002), em frangos de corte suplementados com FAMC, onde apresentaram maior ganho de peso e melhor rendimento de peito.

Utilizando farinha de algas calcárias como fonte de cálcio na ração de frangos de corte, Zanini et al., (2000), concluíram que o uso das mesmas pode substituir totalmente o calcário sem prejudicar o desempenho dos animais, sabendo-se que deverá esta atenta ao custo final desta substituição. Para as características de carcaça de frangos, não foi verificado efeito significativo do uso de farinha de algas calcárias sobre a composição da carcaça de frangos de corte (ZANINI et al., 2002).

Analisando os resultados de conversão alimentar obtidos por Melo (2006), embora não tenha ocorrido diferença significativa, observou-se que as aves que receberam FAMC, apresentaram em média, melhora de 11,5 e 6,5%, respectivamente para valores obtidos por grama de ovo produzido e por dúzia de ovo produzido, em relação àquelas que receberam a ração referência. O autor supõe que esses resultados foram com base da melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelos animais.

Desta forma, surge a alternativa de utilização da farinha de algas marinhas na alimentação de suínos na fase de creche (6 a 25 kg), sendo necessário um maior direcionamento dos trabalhos científicos com a utilização deste produto para a espécie citada com intuito de beneficiar tanto a indústria quanto ao suinocultor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa (linha Guará), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, no município de Marechal Cândido Rondon/PR, sendo dois experimentos, um ensaio de disponibilidade no setor de metabolismo, e um de desempenho na fase de creche. Para iniciar a pesquisa, o protocolo experimental foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética com uso de Animais da UNIOESTE (Protocolo nº 14/16)

As metodologias utilizadas para as análises de solubilidade das fontes de cálcio foram as propostas por Zhang e Coon (1997), descritos por Butolo (2011). Foram analisadas amostras de calcário e farinha de algas calcárias, o qual foi submetido à solubilização em solução de HCl 0,1N por 24 horas e o pH foi medido em quatro tempos (0,5; 1,0; 17,0 e 24,0 horas). Os resultados de solubilidade foram obtidos correlacionando a variação do pH, obtido nos tempos, e a solubilidade padrão proposta pelos autores. Após esse período as amostras foram filtradas em papel filtro Whatman nº 42, sendo posteriormente levada a estufa de 55°C por um período de 72 horas, a fim de obter os valores absolutos das amostras.

Experimento I – Disponibilidade do cálcio da farinha de algas marinhas calcíicas na alimentação de Leitões

Foram utilizados 24 leitões mestiços, machos inteiros, com peso corporal inicial médio de $15,17 \pm 0,7$ kg, distribuído em delineamento inteiramente casualizados (DIC), com dois métodos de coleta fecal e duas fontes de cálcio com seis repetições por tratamento, totalizando 24 unidades experimentais.

Os animais foram alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo semelhantes à descrita por Pekas (1968), instaladas em sala de alvenaria, com piso de concreto e cortinas laterais, onde permaneceram por aproximadamente 12 dias, sendo sete dias de adaptação às gaiolas, ração e regularização do consumo metabólico e cinco dias para coleta de fezes e urina.

Na fase de adaptação, as rações experimentais foram fornecidas a vontade em duas refeições, às 08:00 e 16:00 horas, durante os sete dias iniciais, sendo o consumo de todos os animais devidamente registrado para calcular o consumo com base no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada animal. O fornecimento das dietas, coleta de fezes e urina foram de acordo com os procedimentos descritas por (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

A farinha de algas marinhas calcíicas avaliada foi adquirida em estabelecimentos comerciais, em sacos lacrados, que constituíram os tratamentos experimentais.

Foi utilizado uma ração basal (Tabela 1) composta por milho e farelo de soja, suplementada com aminoácidos sintéticos, contendo o mínimo de cálcio (0,06%), atendendo assim as exigências nutricionais dos animais segundo Rostagno *et al.* (2011), exceto para cálcio.

Os alimentos avaliados substituíram à ração basal, em quantidades variadas, a fim de fornecer 0,82% de Ca total, a razão Ca: P foi corrigida utilizando-se o fosfato monoamônio. Para determinar o cálcio endógeno excretado nas fezes, foi fornecida aos animais uma ração contendo baixo nível de cálcio (0,01%).

Tabela 1 - Composição centesimal das rações experimentais com farinha de algas calcárias utilizadas no ensaio de disponibilidade para suínos na fase de creche

Ingredientes	Tratamentos			
	Ração Basal	CC	Ração baixo Cálcio	FAMC
Milho	59,20	59,20	-	58,00
Farelo de soja	20,00	20,00	-	20,00
Milho pré-cozido	-	-	63,00	-
Óleo de soja	0,40	0,40	0,50	0,55
Farinha de algas marinhas	-	-	-	2,35
Farelo de glúten de milho	8,00	8,00	19,60	8,00
Fosfato monoamônio	-	0,80	-	0,80
Açúcar	0,67	0,67	5,00	0,67
Amido	8,50	5,70	7,67	6,39
Calcário	-	1,99	-	-
Sal comum	0,46	0,46	0,50	0,46
Premix	0,50	0,50	0,50	0,50
Celite	1,00	1,00	1,00	1,00
Sulfato de Lisina, 54%	0,95	0,95	1,67	0,96
L-Triptofano, 99%	0,05	0,05	0,13	0,05
L-Treonina, 98%	0,15	0,15	0,23	0,15
DL-Metionina, 99%	0,09	0,09	0,05	0,09
TOTAL	100	100	100	100
Composição calculada				
Cálcio	0,06	0,82	0,01	0,82
Energia metabolizável	3,33	3,23	3,53	3,23
Fósforo disponível	0,08	0,29	0,03	0,28
Proteína Bruta	19,58	19,58	18,53	19,58
Lisina Digestível	1,20	1,20	1,20	1,20
Metionina + cistina	0,67	0,67	0,67	0,67
Treonina	0,76	0,763	0,76	0,76
Triptofano	0,21	0,21	0,21	0,21
Composição analisada				
Cálcio	0,84	1,50	0,76	1,76
Fósforo	0,13	0,34	0,49	0,53
Matéria Mineral	3,88	6,87	2,55	5,68

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcárias

Com o objetivo de comparar os valores de disponibilidade das fontes de cálcio pelo método de coleta total de fezes (método direto), foi mensurado o total de alimento consumido e o total de excretas produzidas durante determinado período de tempo. E o uso de indicador (método indireto), foi adicionado às rações testes o indicador CIA (cinza ácida insolúvel), onde utilizamos o produto comercial Celite®, na proporção 10 g/kg de

ração. A análise de CIA foi realizada por digestão com ácido clorídrico (4N), seguindo os procedimentos de Kavanagh et al. (2001).

As fezes excretadas no período de 24 horas pertencente a cada unidade experimental foram coletadas, pesadas e na sequência, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificados e armazenados em freezer a -18°C até o final do período de coleta. Após o período de coleta, as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e uma alíquota de 110g, para cada amostras, foram secas em estufa ventilada a 55°C , por um período de 72 horas. Em outro momento posterior, as mesmas foram moídas e armazenadas em recipientes de vidro para realização das análises laboratoriais.

Para realização da coleta de urina foram adicionados nos baldes 20 mL de uma solução de HCl (ácido clorídrico) 1:1 para evitar a proliferação de bactérias.

A urina excretada por um período de 24 horas teve o seu volume total mensurado e retirado uma alíquota de 20%, que foram acondicionadas em recipientes de polietileno, previamente identificados e armazenados em freezera uma temperatura de -18°C até o final do período de coleta, quando foram homogeneizadas, novamente amostrado e encaminhada para Laboratório de Nutrição Animal.

Durante o período de coleta, os animais foram submetidos à coleta de sangue realizada via veia cava cranial, sendo o mesmo transferido para tubos de coleta e encaminhados para o laboratório de sangue em que foi realizada a centrifugação para obtenção do soro. Em seguida foi transferido para microtúbulos de polietileno tipo “eppendorf” de 1,5mL, em duplicata e congelados para análises de cálcio total. A análise da concentração de cálcio no soro foi realizada em Analisador Químico Automático da Elitech, 45 modelo flexor el200, utilizando kit comercial da Elitech para análise de cálcio por colorimetria direta.

A composição bromatológica das rações experimentais, bem como as análises do teor de matéria seca e abertura das amostras das rações, fezes e urina para obtenção da solução mineral foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). As soluções minerais obtidas por digestão nitroperclórica (4:1) foram submetidas à leitura no Equipamento de Absorção Atômica (EAA), para obtenção da concentração de cálcio total nas amostras no laboratório de química

A realização das análises de cálcio das amostras de fezes e urina foram realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, de acordo com as técnicas descritas por (SILVA e QUEIROZ, 2002).

A temperatura mínima média de $22,71 \pm 4,21^{\circ}\text{C}$ e máxima $25,00 \pm 3,51^{\circ}\text{C}$ do ambiente interno da sala de metabolismo foi obtida através do termômetro analógico

de metabolismo em uma altura correspondente à dos animais.

As variáveis analisadas foram: cálcio consumido (g/dia), cálcio nas fezes (g/dia), cálcio endógeno (g/dia), cálcio na urina (g/dia), cálcio retido (g/dia) e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e verdadeiro (CDV).

A temperatura mínima média durante o período foi de $22,71 \pm 4,21^\circ\text{C}$ e máxima $25,00 \pm 3,51^\circ\text{C}$ do ambiente interno da sala de metabolismo foi obtida através do termômetro analógico de metabolismo em uma altura correspondente à dos animais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e para comparação das médias, foi utilizado o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico “*Statistical Analysis System*” (SAS, 9.2).

Experimento II - Desempenho de leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíicas

Foram utilizados 96 leitões híbridos, machos inteiros, com peso corporal médio inicial de $6,01 \pm 0,70$ kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições e quatro animais por unidade experimental. Os blocos foram formados em função do peso dos animais.

Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de cálcio (calcário calcítico (CC), e farinha de algas marinhas calcíicas (FAMC). Sendo T1=CC, T2=CC+FAMC e T3= FAMC.

No início do período experimental, os animais foram pesados e identificados com brincos numerados e alojados em sala de creche, constituída de baias suspensas, com piso de plástico ripado, comedouros semi-automáticas frontais e bebedouro tipo chupeta na parte posterior, dispostas em duas fileiras, divididas por um corredor central, onde permaneceram aproximadamente 42 dias.

A temperatura média do ambiente durante o período foi de $27,57 \pm 1,94^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar $75 \pm 6,62\%$ da sala de creche foi registrada utilizando-se um datalogger, o qual foi instalado no centro da sala à altura correspondente à dos animais.

Os animais receberam ração e água à vontade durante todo período experimental, as sobras de rações foram recolhidas, pesadas e descontadas do fornecimento para calcular o consumo diário. Os pesos individuais dos animais foram registrados no início e ao final de cada fase experimental, sendo Pré Inicial I (6,01 a 9,42 kg), Pré Inicial II (9,43 a 15,47 kg) e Inicial (15,48 a 24,39 kg). Com base nesses dados foi determinado o consumo diário de ração (CDR,

kg/dia), ganho diário de peso (GDP, kg/dia), conversão alimentar (CA, kg/kg) e peso final (PF, kg/dia).

As análises químicas bromatológicas (matéria seca, matéria mineral e concentração de cálcio) das rações foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por (SILVA e QUEIROZ 2002).

As rações foram formuladas (Tabela 2) para atender as exigências nutricionais da categoria ROSTAGNO *et al.* (2011).

A fim de avaliar a concentração de cálcio e fósforo no plasma os animais foram submetidos a jejum de 12 horas e realizou-se a coleta de sangue no início e no final do período experimental, via veia cava cranial utilizando tubos de coleta sem anticoagulante e encaminhado para o laboratório de análises de sangue, onde foi centrifugado para obtenção do plasma. Em seguida 3mL de plasma foi transferido para microtubos de polietileno tipo “ependorf” de 1,5mL, em duplicata e congelados para análise, posteriores a qual foi realizada no equipamento de espectrofotometria de absorção atômica.

No final da fase inicial, os 24 leitões com peso médio $23,02 \pm 4,24$ kg foram abatidos, em abatedouro comercial da região, seguindo os procedimentos de abate humanitário.

Imediatamente após o abate, as vísceras foram expostas por uma incisão mediana e as seções do trato gastrintestinal foram assepticamente, isoladas com dupla ligadura; em seguida, foi aferido o pH dos conteúdos das porções distais do estômago, jejuno, íleo, ceco e do cólon com o uso de um peagâmetro digital e na sequência pesados. Também foi efetuada a retirada dos órgãos não digestores: fígado, pâncreas, coração, rins e baço para a determinação de seus pesos absolutos.

A normalidade dos erros experimentais e a homogeneidade de variâncias entre os tratamentos para as variáveis foram avaliadas previamente utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Levene (SAS, 2000), respectivamente.

Os efeitos das fontes de cálcio, sobre as variáveis dependentes foram verificados por meio de análise de variância. As *lsmeans* de peso final, ganho de peso diário, consumo diário de ração e conversão alimentar foram estimadas considerando-se a correção das médias observadas para a covariável “peso inicial” (BANZATTO e KRONKA, 2006). O teste de Tukey e nível de 5% de significância foi adotado em todas as análises estatísticas, que foram feitas utilizando-se o Statistical Analysis System (SAS, 2000).

Tabela 2 - Composição centesimal e química das rações para leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas

Fases/Tratamentos	Tratamentos								
	Fase Pré Inicial I			Fase Pré Inicial II			Fase Inicial		
	CC	CC+FAMC	FAMC	CC	CC+FAMC	FAMC	CC	CC+FAMC	FAMC
Ingredientes									
Milho 7,88%	51,70	51,66	51,59	53,05	52,98	52,89	66,20	66,12	66,02
Farelo soja	8,06	8,00	8,06	17,91	17,88	17,86	23,86	23,84	23,80
Óleo de soja	0,90	0,90	0,90	0,65	0,69	0,73	0,14	0,182	0,23
Farinha de peixe	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Concentrado de soro	21,15	21,15	21,15	13,42	13,46	13,46	-	-	-
Soja micronizada	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00	6,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	0,57	0,31	-	0,62	0,34	-	0,70	0,38	-
Fosf. bicálcico	1,21	1,21	1,21	1,08	1,08	1,08	1,20	1,21	1,21
Farinha de algas	-	0,31	0,68	-	0,31	0,74	-	0,38	0,83
Sal comum	0,42	0,42	0,42	0,33	0,33	0,33	0,39	0,39	0,39
Açúcar	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	-	-	-
Premix ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-Lisina 54%	0,10	0,10	0,10	0,04	0,05	0,05	0,61	0,61	0,61
DL-Metionina 99%	0,18	0,18	0,18	0,16	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16
L- Triptofano 99%	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
L-Treonina 98%	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,18	0,18	0,18
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada									
Cálcio %	0,85	0,85	0,85	0,83	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83
Energia metab. (Mcal/Kg)	3,40	3,40	3,40	3,38	3,38	0,38	3,23	3,23	3,23
Fósforo disponível %	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,45	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível %	1,45	1,45	1,45	1,33	1,33	1,33	1,21	1,21	1,21
Treonina %	0,91	0,91	0,91	0,84	0,84	0,84	0,76	0,76	0,76
Metionina + cistina %	0,81	0,81	0,81	0,75	0,75	0,75	0,68	0,68	0,68
Proteína bruta %	20,00	20,00	20,00	21,00	21,00	21,00	19,50	19,50	19,50
Composição analisada									
Cálcio %	0,93	1,09	1,07	1,27	1,15	1,31	0,98	1,30	1,19
Fósforo %	0,96	0,57	0,62	0,89	0,80	0,86	0,84	0,87	0,86
Matéria mineral	5,05	4,84	5,59	5,04	5,13	5,08	5,33	5,18	5,51

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcíticas. Níveis de garantia por kg do produto: ácido fólico (mín) 103,12mg; ácido pantotênico (mín) 2249,99mg; BHT (mín) 100,00mg; biotina(mín) 16,88mg; clorohidroxiquinolina 15,00g; cobre (mín) 22,87g; ferro (mín) 6733,40mg; fitase (mín) 50000,00u; glucanase (mín) 190000,00u; iodo (mín) 37,50mg; lisina(mín) 122,50g; manganês(mín) 1866,70mg; metionina (mín) 110,30g; niacina (mín) 4687,50mg; selênio (mín) 43,75mg; treonina(mín) 46,40g; vit.A(mín) 1437500,00ui; b1(mín) 224,95mg; b12(mín) 2937,50mcg; b2(mín) 637,50mg; b6(mín) 437,500mg; d3(mín) 262500,00ui; vit.E (mín) 4250,00ui; vit.K3 (mín) 375,00mg; xilanase

Com o intuito de avaliar a viabilidade econômica da farinha de algas marinhas calcíticas (FAMC) foi realizado o levantamento dos preços das matérias-primas no mercado e calculado o custo da ração por quilograma de peso corporal ganho, segundo Bellaver et al. (1985) conforme descrito abaixo:

Y_i (R\$/kg) = $Q_i \times P_i / G_i$, em que: Y_i = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento; P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento; G_i = ganho de peso do i -enésimo tratamento.

Também foi calculado o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Gomes et al. (1991).

IEE (%) = $M_{Ce} / C_{Tei} \times 100$ e IC (%) = $C_{Tei} / M_{Ce} \times 100$ em que: M_{Ce} = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Foram utilizados os preços dos insumos da região de Marechal Cândido Rondon-PR para calcular os custos das rações experimentais. O milho grão R\$ 0,768/kg, farelo de soja R\$ 1,350/kg, óleo de soja R\$ 2,660/kg e farinha de algas marinhas calcíticas (1,20/kg), calcário 0,230/kg, fosfato bicálcico 2,350/kg, sal comum 0,460/kg, premix 15/kg, L-lisina 3,30/kg, DL-metionina 15,50/kg, farinha de peixe 2,20/kg, L-triptofano 62/kg, L-treonina 7,01/kg, soja micronizada 4,39/kg.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I – Disponibilidade da farinha de algas marinhas calcíticas na alimentação de Leitões

Os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro (Tabela 4) determinados pelo método de coleta total de fezes e estimados pelo uso de indicador (CIA), não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas fontes de cálcio (CC e FAMC).

Os animais alimentados com as fontes de cálcio estudadas (farinha de algas marinhas calcítica e calcário) apresentaram coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiros semelhantes (Tabela 3). Observa-se que, quando determinados pelo método da coleta total as médias obtidas para CDV entre 77 e 80%, e ao serem estimadas pelo uso do indicador as médias para CDV ficaram entre 81 e 82%. Segundo Fan e Archbold (2012), em pesquisas com leitões, a fim de obter a digestibilidade verdadeira do cálcio na dieta com 0,67% de Ca total, os autores apresentaram valores médios de 37,87% e para a dieta com menor

concentração de Ca total (0,28%), o que permitiu a melhor digestibilidade verdadeira (53,44%), ao suplementarem a dieta de leitões com diferentes níveis de calcário. Sendo que estes valores foram inferiores, quando comparados aos obtidos no presente estudo para o calcário calcítico.

Tabela 3 - Coeficiente de digestibilidade Aparente (CDA) e Verdadeiro (CDV) de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas e fonte padrão (calcário)

Variável	Tratamentos		Média	CV (%)	P valor
	CC	FAMC			
Coleta total					
CDA (%)	65,44	70,07	67,75	16,72	0,466
CDV (%)	77,99	80,19	79,09	14,34	0,724
Ca total (%)	37,71	34,14			
Ca digestível (%)	29,44	31,84			
Coleta com indicador					
CDA (%)	81,41	81,97	81,69	6,61	0,793
CDV (%)	81,45	82,01	81,73	6,61	0,792
Ca digestível (%)	30,70	32,57			

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcíticas; CV = Coeficiente de Variação (%); (g/per) = gramas no período de coleta.

Em estudos semelhantes, Ly et al. (2002), compararam o método de coleta total de fezes com o indicador CIA, avaliando a digestibilidade do cálcio de ingredientes para suínos também não obtiveram diferenças ($P > 0,05$) entre os dois métodos utilizados. Os resultados obtidos, no presente estudo, também são similares ao de Grageola et al. (2011), os quais compararam dois genótipos de suínos e diferentes métodos de coleta de excretas não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (86,9 e 85,2%).

Assim, analisando os coeficientes de digestibilidade dos tratamentos estudados, sugere-se que a FAMC é uma alternativa viável na suplementação de leitões.

Com relação ao balanço de cálcio (Tabela 4) em leitões alimentados com CC e FAMC, observa-se que não houve influência ($P > 0,05$) dos tratamentos para as variáveis de cálcio consumido, nas fezes, endógeno, na urina e retido.

Segundo Cozzolino (2009) nas fezes encontra-se a fração do cálcio dietético não absorvido e a fração fecal endógena. Essas perdas são inversamente proporcionais a eficiência de absorção do cálcio. A excreção através da urina varia de acordo com a concentração mineral

presente no plasma sanguíneo, quando em nível adequado ou baixo ocorre alta reabsorção pelos túbulos proximais e baixa excreção, quando muito alto ocorre o inverso.

Tabela 4 - Balanço do cálcio em dietas com farinha de algas marinhas calcínicas para leitões

Parâmetros	CC	FAMC	Média	CV(%)	P valor
Ca Consumido, g/dia	6,64	8,54	7,59	19,97	0,052
Ca fezes, g/dia	2,36	2,63	2,5	46,54	0,683
Ca endógeno, g/dia	0,83	0,86	0,84	20,09	0,764
Ca urina, g/dia	0,01	0,01	0,01	54,61	0,950
Ca retido, %	65,28	69,94	67,61	15,77	0,461

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcínicas; CV = Coeficiente de Variação (%); (g/per) = gramas no período de coleta.

A excreção endógena foi de 0,83g/animal/dia (0,86g Ca/animal/kg MS consumida), uma vez que estes valores foram utilizados para estimar a digestibilidade verdadeira do cálcio das diferentes fontes de cálcio em estudo. O consumo foi de 7,59 já a excreção fecal média de cálcio foi de 2,50 g/dia. Os resultados indicam que aproximadamente 33% do cálcio consumido diariamente foi excretado, o que não é adequado do ponto de vista nutricional, econômico e principalmente ambiental, visto que os nutrientes excretados nas fezes e urina dos animais constituem fontes de contaminação do solo, além de redução da viabilidade econômica (SANTANA et al, 2017).

A excreção fecal de cálcio (35,54%) foi de 4,75% superior em relação ao cálcio consumido para o CC, quando comparado a FAMC 30,79%. Em pesquisas com adição de fitase na dieta de suínos Kiefer et al. (2012), avaliaram a digestibilidade de nutrientes em condições de termoneutralidade e encontraram excreção fecal de cálcio de 2,70%, valor semelhante ao obtido no presente estudo (2,5%) .

A quantidade média de cálcio excretado na urina dos leitões foi de 0,01g/dia, para os tratamentos avaliados, e podem ser considerados de baixa excreção. De acordo com Sakomura e Rostagno (2016), este fato é comumente obtido, visto que alguns minerais, como o cálcio, são excretados principalmente pelas fezes, sendo mínimas as quantidades excretadas via urina. Segundo Bindels (1993), aproximadamente 98% do cálcio filtrado é reabsorvido ao longo de todo o néfron nos mamíferos. Esse processo é regulado hormonalmente, pelo PTH e pela vitamina D, os quais respondem ao nível de cálcio na corrente sanguínea. Benson et al. (1964), destacam que os leitões respondem a um mecanismo adaptativo de acordo com a ingestão de cálcio dietético; desta forma, quando o consumo é baixo, o animal tem a capacidade de aumentar a retenção, assim ativar os sistemas de absorção transcelular no

intestino e a reabsorção nos rins por meio do estímulo do PTH. Esse fato pode explicar valores baixos de cálcio na urina dos animais.

Para os parâmetros sanguíneos, não houve efeito ($P>0,05$) das fontes em estudo, sobre os valores de cálcio e fósforo total avaliados no soro de leitões (Tabela 5).

Houve uma variação média de 10,01 mg/dL de cálcio total entre os tratamentos, o qual está dentro do preconizado. De acordo com Henn (2010), as concentrações aproximadas de cálcio no sangue podem variar entre 8,0 a 12 mg/dL entre as espécies animais. Maior variação ocorreu entre a ração basal e FAMC com 2,58 mg/dL de diferença para o cálcio. Estudos realizadas por (Jiang et al. 2013), com leitões alimentados com diferentes fontes de cálcio não obtiveram diferença na concentração de cálcio no soro desses animais.

Tabela 5 - Concentrações de cálcio e fósforo no soro sanguíneos (mg/dL) de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	P valor
	Ração basal	CC	Ração baixo cálcio	FAMC		
Ca total	8,54	10,14	10,21	11,12	11,82	0,669
P total	7,76	8,77	7,13	7,40	15,67	0,960
Ca: P	1,12	1,16	1,43	1,52	8,79	0,228

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcíticas; CV: coeficiente de variação

Segundo Castilho et al., (2008) pode ocorrer variações na ingestão, absorção e excreção de cálcio em cada indivíduo, entretanto, a concentração sanguínea, de cálcio permanece constante. Isso pode ocorrer devido à existência de alguns mecanismos de controle específicos para garantir que o cálcio esteja sempre disponível.

Para a concentração de fósforo total, de ambas as fontes houve uma variação média de 7,76 mg/dL. Os valores médios encontrados neste estudo estão próximos aos obtidos por Friendsip e Henry (1992), avaliando a concentração de fósforo no soro de suínos em pesquisa avaliando diferentes fontes de fósforo, tem encontrado concentrações para o fósforo no soro de suínos entre 6,96 e 10,65 mg/dL.

Experimento II - Desempenho de leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas

As médias de temperatura máxima do galpão durante o período foram de $27,43 \pm 2,79$ °C. A temperatura ideal para suínos na fase de creche apresenta-se em torno de 24 e 20°C, a temperatura do ar deverá ser próxima dos 24°C nas primeiras semanas de alojamento, e em torno de 20°C nas últimas.

Os resultados obtidos na avaliação do desempenho (Tabela 6) indicam que houve efeito ($P < 0,05$) no consumo diário de ração (CDR) na fase pré-inicial I, sendo maior (0,333g) para os leitões alimentados com calcário calcítico (CC) quando comparado ao tratamento com farinha de algas marinhas calcíticas + calcário calcítico FAMC+CC (0,306g).

Tabela 6 - Desempenho de leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas.

Variáveis/Fases	Tratamentos			Média±EP
	CC	CC+FAMC	FAMC	
Fase Pré Inicial I (6,01 a 9,42 kg)				
PI, kg	6,082	5,930	6,221	6,08±0,086
PF, kg	9,575	9,390	9,137	9,43±0,170
CDR, kg	0,333 ^a	0,306 ^b	0,312 ^{ab}	0,32±0,086
GDP, kg	0,323	0,306	0,283	0,31±0,009
CA, kg:kg	1,067	1,042	1,147	1,08±0,025
Fase Pré Inicial II (9,43 a 15,47)				
PF, kg	15,752	15,564	15,263	15,47±0,239
CDR, kg	0,691	0,662	0,686	0,68±0,007
GDP, kg Po	0,534	0,518	0,495	0,72±0,008
CA, kg:kg	1,319	1,297	1,402	1,35±0,025
Fase Inicial (15,48 a 24,39)				
PF, kg	24,306	24,077	24,433	24,39±0,402
CDR, kg	0,960 ^b	1,012 ^{ab}	1,037 ^a	1,01±0,012
GDP, kg	0,696	0,677	0,703	0,69±0,010
CA, kg:kg	1,397 ^b	1,508 ^{ab}	1,492 ^{ab}	1,47±0,023
Período Total (6,01 a 24,39)				
PF, Kg	24,301	24,076	24,430	24,27±0,401
GDP, kg	0,483	0,495	0,464	0,48±0,001
CDR, kg	0,660	0,652	0,672	0,66±0,009
CA, kg:kg	1,311	1,291	1,411	1,34±0,022

Valores seguidos por letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si, pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcítica; PI: peso inicial; PF: peso final; CDR: consumo diário de ração; GDP: ganho diário de peso; CA: conversão alimentar;

A diferença no CDR entre os tratamentos, possivelmente pode está atribuída ao pH da fonte que pode ter ocasionado uma maior solubilidade no trato digestório. Ao serem realizadas as análises de solubilidade *in vitro* para as fontes de cálcio estudadas, foi aferido o pH das soluções relacionando com diferentes tempo de mensurações (0,5; 1; 17; e 24 h). Os valores obtidos de pH foram 6,72; 6,58; 2,01 para CC, FAMC e Fosfato bicálcico,

respectivamente, com melhor resposta para o tratamento FAMC, o qual obteve um menor valor de pH e conseqüentemente maior solubilidade, quando comparado ao CC.

Resposta diferente foram apresentadas por Lobaugh et al (1981) em pesquisas com aves, apresentaram diferenças para o CDR de aves alimentadas com CC, o qual apresentaram maior consumo e ganho de peso, quando comparado as demais fontes de cálcio, com isso o cálcio iônico no sangue pode ter se elevado rapidamente e inibindo o apetite dos mesmos. Quanto maior sua necessidade maior sua eficiência de absorção, sendo que a absorção de cálcio pode ser facilitada pela acidez ou baixo pH intestinal, devido a solubilidade (MUNIZ, 2007).

Por outro lado, na fase pré-inicial II (15,48 kg a 24,49 kg), os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) as variáveis de desempenho (CDR, GDP e CA). Já na fase inicial (15,48 kg a 24,39 kg), houve diferença ($P < 0,05$) entre as fontes de cálcio (CC e FAMC), sendo que os leitões alimentados com CC apresentaram uma redução no CDR (0,960g) quando comparados aos alimentados com FAMC (1,037g). Para variável conversão alimentar (CA) na fase inicial, os animais alimentados com CC (1,397kg/kg) apresentaram uma redução ($P < 0,05$) em relação aos alimentados com FAMC+CC (1,508 kg/kg).

É válido ressaltar que as literaturas são escassas sobre informações relacionadas ao uso da FAMC na nutrição de suínos, especificamente leitões.

Estudos realizados por Melo et al. (2006) justificam as respostas da CA, devido à maior solubilidade do cálcio proveniente da FAMC (28,75%), quando comparado as demais fontes em estudo, como o fosfato bicálcico (24,50%), farinha de ostras (26,00%) e o calcário calcítico (19,38%).

Por outro lado, no presente estudo, o valor de solubilidade da FAMC in vitro foi de 30,21%, foi menor em relação ao fosfato (64,49%), estando assim o calcário calcítico (15,86%) na mesma faixa de solubilidade dos demais estudos.

Com a obtenção da maior CA por animais consumindo dieta com FAMC + CC, comparado aos alimentados com CC, acredita-se que esta diferença pode ser justificada por uma alteração na biodisponibilidade dos nutrientes, alterando a solubilidade em pH.

De acordo com Algarea (1997), em estudos realizados com a utilização da farinha de algas marinhas, se observou que a mesma apresenta altos teores de cálcio e benefícios no processo absorptivo, melhorando a CA.

Em pesquisas com suínos nas fases de crescimento e terminação, Fialho et al. (1992) analisando algumas fontes de suplementação de cálcio mencionaram que as dietas para ambas as fases, podem ser suplementadas com cálcio provenientes do calcário calcítico, farinha de ostras, gesso ou FAMC.

Os valores de pH dos conteúdos gastrointestinais (Tabela 7), estômago ($3,93 \pm 0,21$), o jejuno ($6,02 \pm 0,22$), o íleo ($5,97 \pm 0,17$) e o cólon ($5,40 \pm 0,16$) não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos.

No entanto, o pH do ceco (Tabela 8) apresentou diferença ($P < 0,05$), sendo que os animais alimentados com FAMC apresentaram um melhor resultado quando comparados ao CC, uma vez que houve redução no pH, importante para a diminuição do crescimento de bactérias patogênicas, tais como *Escherichia coli* e *Salmonella* sp e aumento das benéficas (*Lactobacillus* sp).

Nesta linha de pesquisa, Barcelos e Sobestiansky (1998) relatam que a redução do pH da digesta limita o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, como a *Escherichia coli*, não sobrevive em condições de pH ácido porém normalmente cresce em faixa de pH com variação entre 5,0 a 9,0 (ZILBERSTEIN et al., 1984). Para Blanchard (2000), a faixa ótima para o crescimento de *Escherichia coli* está entre 4,3 e 9,5; para *Salmonella* sp. está entre 4,0 e 9,0 e para *Lactobacillus* sp. entre 3,8 e 7,2.

Tabela 7 - Valores de pH de órgãos de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas na fase de creche

Órgãos	Tratamentos			Média \pm EP
	CC	CC+FAMC	FAMC	
Estômago	3,95	4,07	3,79	3,93 \pm 0,018
Intestino delgado				
Jejuno	5,97	6,24	6,07	6,02 \pm 0,019
Íleo	6,08	6,07	5,76	5,97 \pm 0,033
Intestino grosso				
Ceco	5,59 ^a	5,38 ^{ab}	5,25 ^b	5,4 \pm 0,009
Cólon	5,84	6,13	5,77	5,91 \pm 0,014

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcíticas

As diferenças nos valores de pH encontrados nos segmentos do trato gastrointestinal podem ser justificados em função do local em que foram realizadas as determinações, bem como da técnica utilizada e do tempo após a ingestão de alimentos (FERREIRA, 1986). No presente estudo a coleta foi realizada logo após o abate dos animais, que foram submetidos ao período de jejum em torno de 12 horas.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do CC, FAMC, nem da associação de ambos, sobre os pesos relativos dos órgãos digestório e não-digestório, cheios, avaliados (Tabela 8). O peso dos órgãos é avaliado na observação da resposta dos animais e em relação à dieta, sendo que esses

órgãos podem apresentar um hipo ou hipertrofia, que depende das condições nutricionais os quais foram acometidos (OLIVEIRA et al., 2006)

Tabela 8 - Peso dos órgãos digestório e não-digestório, cheios, de leitões alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas na fase de creche

Órgãos	Tratamentos			Média ± EP
	CC	CC + FAMC	FAMC	
Estômago	0,30	0,24	0,31	0,28±0,174
Fígado	0,59	0,59	0,61	0,59±0,183
Baço	0,04	0,04	0,04	0,04±0,030
Intestino delgado	1,20	1,13	1,19	1,17±0,360
Ceco	0,20	0,18	0,20	0,19±0,091
Cólon+reto	0,74	0,75	0,70	0,73±0,302
Coração	0,11	0,11	0,11	0,11±0,041
Rins	0,11	0,11	0,12	0,11±0,041

CC:calcário calcítico;FAMC:farinha de algas marinhas calcíticas

De acordo com Rao e McCracken(1992), o peso dos órgãos varia em função do consumo de energia e/ou proteína, sugerindo que mantidas as mesmas quantidades, os pesos serão semelhantes. As fontes utilizadas nesse estudo apresentavam valores dentro do padronizado, o que pode justificar de não terem apresentado diferenças nos pesos relativos do estômago, baço, intestino delgado, ceco, cólon+reto, coração, fígado, e rins.

Não houve efeito($P>0,05$) do CC, FAMC, nem da associação de ambos, sobre os valores de cálcio total avaliados no plasma de leitões na fase de creche (Tabela 9).

A menor variação 0,3 mg/dL de cálcio foi entre os tratamentos FAMC e CC+FAMC na fase inicial. A maior variação ocorreu na fase pré-inicial II entre os tratamentos à base de CC+FAMC e CC, que foi de 0,86mg/dL.O nível de cálcio plasmático nos animais é constante, mas pode variar entre 8 e 14 mg/dL (GONZÁLES, 2000).

Segundo Castilho et al, (2008) é comum ocorrer valores constantes de cálcio na concentração plasmática, devido aos mecanismos de controle existentes para assegurar o nível plasmático ideal. A mobilização óssea e a reabsorção renal, envolvendo o paratormônio, calcitonina e a vitamina D Maiorka e Macari(2008), são alguns desses mecanismos de controle.

Tabela 9 - Concentração de cálcio total (mg/dL) de leitões na fase de creche alimentados com farinha de algas marinhas calcíticas

Fase	Tratamentos			Média	CV%	P-valor
	CC	CC+FAMC	FAMC			
Fase Pré Inicial I	9,90	9,52	9,68	9,70	11,52	0,165
Fase Pré Inicial II	10,00	10,84	10,14	10,32	19,16	0,477
Fase Inicial	9,90	9,45	9,75	9,70	14,25	0,807

CC: calcário calcítico; FAMC: farinha de algas marinhas calcíticas; CV: Coeficiente de variação

Os resultados obtidos nas análises econômicas (Tabela 10) mostraram um menor custo de ração (CR), para o tratamento com a utilização do CC e maior para a FAMC, nas dietas de leitões na fase de creche.

Tabela 10 - Custo de ração (Cr/kg), custo em ração ingerida por quilograma de peso corporal ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo de rações (IC) de leitões na fase de creche, alimentados com diferentes fontes de cálcio

Itens	Tratamentos			Média	CV%
	CC	CC+FAMC	FAMC		
Fase pré-inicial I					
Custo da ração, R\$/kg	2,00	2,00	2,01	2,00	0,00
CR, R\$/kg PC	1,91	2,04	2,44	2,13	13,96
IEE	100,00	93,93	78,53	90,82	7,31
IC	100,00	106,46	127,34	111,26	8,10
Fase pré-inicial II					
Custo da ração, R\$/kg	1,72	1,73	1,73	1,73	0,00
CR, R\$/kg PC	2,14	2,02	2,26	2,14	9,02
IEE	94,67	100,00	89,34	94,67	2,71
IC	105,63	100,00	111,93	105,85	2,63
Fase inicial					
Custo da ração, R\$/kg	1,72	1,73	1,73	1,73	0,00
CR, R\$/kg PC	2,14	2,02	2,26	2,14	8,22
IEE	94,67	100,00	89,34	94,67	2,58
IC	105,63	100,00	111,93	105,85	2,72

CR, R\$/Kg de PC: custo da ração por kg de peso corporal ganho.

Isto pode ser justificado devido à relação de preços entre os ingredientes (milho, farelo de soja, óleo de soja, soja micronizada, fosfato bicálcico, concentrado de soro e farinha de algas). Assim, estes resultados sugerem que a utilização de farinha de algas marinhas não é viável economicamente a depender do sistema de produção.

5. CONCLUSÕES

A utilização da farinha de algas marinhas calcíticas em substituição à fonte de cálcio tradicional pode ser recomendada para as rações de leitões em fase de creche, sem alterar os parâmetros de desempenho e com melhor valor de pH no ceco de leitões. Contudo, a viabilidade econômica de sua utilização depende da relação de preços entre os ingredientes utilizados na formulação da dieta.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da farinha de algas marinhas calcíticas (*Lithothamnium calcareum*) como fontes alternativas na alimentação animal pode não ser recente, porém necessita de mais pesquisas a fim de avaliarem seus potenciais e níveis de utilização. As informações sobre os níveis de inclusão são escassas na dieta de leitões. Tendo conhecimento que a farinha de algas calcáreas apresenta características, que podem potencializar o desempenho animal, sendo interessantes e de grande valia, em nível de nutrição de suínos, o incentivo de mais estudos relacionados a esta fonte de minerais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRHART, J.C. TAYLOR.S.J.PURSER.K.W. 2002. The bioavailability in chicks of calcium in a product derived from calcified seaweed (Marigro). Disponível em: www.poultryscience.org/meet/spss/spss2.pdf. Acesso em 15/06/2016.
- ARAÚJO, J. A. SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasília**, Areia, v.2, p. 53-60,2008.
- ALGAREA Mineração Ltda., 1997. SUMINAL®, Mimeo, Rio de Janeiro, 4p.
- ASSOUMANI, M.B. Aquamin, a natural calcium supplement derived from seaweed. *Agro-food-Industry Hi Tech*. October 1997

- AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. **Bioavailability of nutrients for animals Amino acids, minerals and vitamins**. San Diego: Academic Press, Inc., 1995. 441 p.
- BANDEIRA, C.M. FONTES, D.D.O.; SOUZA, L.D.O.; SALUM, G.M.; CORREA, G.; SILVA, M. Saúde intestinal dos leitões: um conceito novo e abrangente. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, v. 54, p. 1-97, 2007.
- BARCELOS, D.; SOBESTIANSKY, J. **Uso de antimicrobianos em suinocultura**. Goiania: UFG, p.107, 1998.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 237, 2006.
- BASTOS, M.D; SILVEIRA, T.R. Níveis plasmáticos de vitamina D em crianças e adolescentes com colestase. *Jornal de Pediatria*.0021-7557/03/79-03/245. 2003.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de Monogástricos. Lavras: Editora UFLA - MG, p. 179-181, 2006.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- BRONNER, F. Calcium absorption: A paradigm for mineral absorption. *The Journal of Nutrition* 128: 917-920 1998.
- BRITO, J.A.G.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. et al. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações de frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1342-1348, 2006.
- BRITO, A.B. Avaliação de Ingredientes para a nutrição de poedeiras comerciais. Artigo técnico. *Poli-nutri alimentos*. 2008. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/upload/artigo/195.pdf>. Acesso em: 15/03/2017.
- BINDELS, R.J. Calcium handling by the mammalian kidney. **Journal of Experimental Biology**, v. 184, p. 89104, 1993.
- BLANCHARD, P. Less buffering more enzymes and organic acids. **Pigprogress**, v.16, p. 23-25, 2000.
- CASTILHO, A.C.; MAGNONI, D. Cálcio e Magnésio. 2008. Disponível em: https://www.amway.com.br/downloads/misc/Calcio_e_Magnesio_IMEN.pdf. Acesso em: 05 de fevereiro de 2017.
- CARLOS, A.C., SAKOMURA, N, K., PINHEIRO, S.R.F et al., Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciências Agrotecnicas**, v. 35, n. 4, p. 833-839, jul., 2011.

- COSTA NETO, J.M. et al. Farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) como suplemento mineral na cicatrização óssea de autoenxerto cortical em cães. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.1, p.217-230, 2010.
- COZZOLINO, S.M.F. Cálcio. In.: **Biodisponibilidade de Nutrientes**. SILVA, A.G.H. & COZZOLINO, S.M.F. 3ª Edição atualizada e comilada – Brueri, SP: Manole, p.513
- CUNNINGHAM, W.A.; ZELAZO, P.D.; PACKER, D.J. The iterative reprocessing model: a multilevel framework for attitudes and evaluation. **Social Cognition**, Vol. 25, No. 5, 2007, pg. 736-760.
- CRENSHAW, T. D. Calcium, phosphorus, vitamin D, and vitamin K in swine nutrition. In Swine Nutrition, 2nd Ed. (Ed. A. J. Lewis and L. L. Southern). CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 187-212. 2001.
- DIAS, G.T.M. Granulados bioclásticos: algas calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, São Paulo, v.18, n.3, p.1-19, 2000.
- DUKES – Fisiologia dos animais domésticos. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, p. 897.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Custos de produção 2016. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/>> Acesso em: 26 Abril 2017
- EWING, W.; CHARLTON, S. J. Calcium. In: The Minerals Directory, 2nd ed. Context Products Ltd, Leicestershire, United Kingdom. pp. 5a-5f, and 19a. 2007
- FAN, M.Z. and ARCHBOLD, T. Effects of dietary true digestible calcium to phosphorus ratio on growth performance and efficiency of calcium and phosphorus use in growing pigs fed corn and soybean meal-based diets. **Journal Animal Science**, v. 90, p. 254-256, 2012.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Redução da Proteína Bruta da Ração para Suínos Machos Castrados dos 15 aos 30 kg Mantidos em Termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1639-1646, 2003.
- FURLAN, A.C.; POZZA, P.C. Exigências de Minerais para suínos. In: SAKOMURA, N. K.; et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 1ª ed.; 2014.
- FRIENDSHIP, R. M.; HENRY, S. C. Cardiovascular system, hematology, and clinical chemistry. In: LEMAN, A.D.; STRAW, B.E.; MENGELING, W.L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. **Diseases of swine**. 7a ed. Ames: Iowa State University Press, 1992. p.3-11
- FIGUEIREDO Jr., J.P.; COSTA, F.G.P.; GIVISIEZ, P.E.N. et al. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootec.**, v.65, n.2, p.513-518, 2013.
- FIORINI, L. S. Dossiê: Os minerais na alimentação. **Revista Food Ingredients Brail**, n.4, 48-59, 2008.

- FIALHO, E.T., H.P. BARBOSA, C. BELLAVER, P.C. GOMES, JUNIOR. W.B. Avaliação nutricional de Algumas fontes de suplementação de cálcio para suínos. Biodisponibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 21, p. 891 – 905, 1992.
- FURTADO, M. A. O. Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos. 1991. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.
- GERVASIO, E. W. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB)**. Paraná 2013.
- GEORGIEVSKII, V.I.;ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN.The physiological role of macroelements. In: **Mineral nutrition of animals**. 1.ed. London: Butterworths, 1982. p.91-170.
- GOMES, M. F. M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização de trigo para suínos**. Concórdia: EMBRAPA- CNPSA, 1991, p. 1-2 (Comunicado Técnico, 179).
- GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª ed. Jaboticabal. Funep/Unesp, p. 167-173, 2000.
- GONZALEZ-Vega. J.C., STEIN.H.H., Calcium Digestibility and Metabolism in Pigs. 2014. Asian Australas. **Journal Animal Science**. Vol. 27,1:1-9 2014
<http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2014.r.01>
- GONÇALVES, T.M. Dinâmica sérica, digestibilidade da dieta e microbiota intestinal de cães suplementados com lithothamnium calcareum. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Nutrição animal). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.
- GOETZ, P. Phytothérapie de l'ostéoporose. **Phytothérapie**, Uberlândia, v.6, n. 1, p. 33-38, 2008.
- GRAGEOLA, F.; LEMUS, C.; PONCE, J.L. et al. Comparación de métodos de digestibilidad rectal en cerdos pelon mexicano. v.18, p.189-194, 2011.
- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Editora Elsevier Brasil. 2006
- GUYTON, A.C. HALL. J.E. **Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1998.
- HENN, J.D. Bioquímica do tecido ósseo. 2010. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/osso_henn.pdf. Acesso em: 13/04/2017.
- KAVANAGH, S.; LYNCH, P.B; MARA, O.F.; CAFREY, P.J. A comparison of total collection and marker technique for the measurement of apparent digestibility of diets for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p. 49-58, 2001.

- KIEFER, C.; ROSTAGNO, H. S.; BUNZEN,S.; TEIXEIRA, A. O.; RIBEIRO JUNIOR,V.Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41,p.320-325,2012.
- LY, J.; CHHAY, T.; SAMKOL, P. Studies on the use of acid insoluble ash as inert marker in digestibility trials with Mong CAI pigs.**Livestock Research for Rural Development**, v.14, p.5, 2002.
- MATEOS, G.G.; LAZARO, R.; VALENCIA, D.G.; VICENTE, B.New perspectives on mineral nutrition of pigs. In: LYONS, T.P. e JACQUES, K.A. Nutritional biotechnology in the feed and food industries. 2005. 462p.
- MAZZUCO, H. **integridade óssea em Poedeiras Comerciais**: Influência de dietas enriquecidas com Ácidos graxos poliinsaturados e tipo de muda induzida. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 2006.12 p.(circular técnica,47).
- MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte. 2. ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 167-173, 2008.
- McDOWELL, R.L.Calcium and phosphorus. In: **Minerals in animal na human nutrition**. San Diego:Academic press, 1922,p.31-32
- MELO, T.V.; MENDONÇA,P.P.; MOURA,A.M.A.; LOMNARDI, C.T.; FERREIR A,R.A.; NERY,V.L.H. Solubilidad in vitro de algunas fuentes de cálcio utilizadas em alimentacion animal. **Archivos de Zootecnia**, v.55,2006. a
- MELO, T. V. utilização de farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) e de fosfato monoamônio em rações para codornas japonesas em postura criadas sob condições de calor. 2002.56f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)- Universidade Estadual do norte Fluminense, Rio de janeiro de, 2006.
- MELO, P.C e FURTINI Neto, A.E.Avaliação o *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro**Ciências Agrotécnica**,27 - 2003 pp. 508-519.
- MELO, T.V., MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.99-107, 2009.
- MENDES, Ariel A. Exigências do mercado consumidor de carnes. Workshop sobre resíduos químicos em carnes de suínos e aves. Chapecó, 2014.
- MEUWISSEN, M.P.M.; VAN DER LANS, I.A.; and HUIRNE, R.B.M. **Consumer preferences for pork supply chain attributes**. NJAS 54-3, 2007.
- MCDONALD,P.E.: GREENHALGH,J.F.D. NUTRICION ANIMAL. EDITORAL Acribia S.A.Zaragosa,1993.
- MUNIZ, E. B; ARRUDA, M. V.; FASSANI, A; TEIXEIRA, E. J. S; SILVA, A. V;. Redução do nível de cálcio dietético para frangos de corte na fase inicial de crescimento. **Revista**

Caatinga [en línea] 2007, 20: [Ficha de consulta: 19 de junho de 2017] Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.237117565009>> ISSN 0100-316X

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 11.ed. Washington, D.C.: 2012. 424p.

NABUURS, M. J. A.; HOOGENDOORN, A.; VAN DER MOLEN, E. J. Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in veterinary science**, v. 55, n. 1, p. 78-84, 1993.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP – MVZ Editora, 1998.387p.

PEKAS,J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, V.2,P.1303-1306,1968.

PERALI, C.; ARANOVICH, M; SANTOS, M.W. et al..Efeito de diferentes níveis de adição do Suminal® sobre a produção e peso de ovos de codornas alimentadas com concentrados. 40 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. Santa Maria, Anais (CD), Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

POPE, H.R.; OWENS, C.M.; CAVITT, L.C. et al..Efficacy of Marigro in Supporting Growth, Carcass Yield and Meat Quality of Broilers.91ST Annual Meeting Abstracts, Poscal 80 (Supplement I) p25. 2002.

PIZAURO JUNIOR, J.J. Hormônios e regulação do metabolismo do tecido ósseo. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2a ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 167-173, 2008

RAO, D. S.; McCracken, K. J. Energy: protein interactions in growing boars of high genetic potential for lean growth: I effects on growth, carcass characteristics and organ weights. **Animal Production**, Edinburgh, v. 54, n. 1, p. 75-82, 1992.

RAAF, H.; LEVITZKY, M..*Fisiologia Médica: uma abordagem médica*. [trad.] São Paulo: Artmed, 2011

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. 4ª ed., Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 488 p., 2017.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 252p, 2011.

RAO, D. S.; McCracken, K. J. Energy: protein interactions in growing boars of high genetic potential for lean growth: I effects on growth, carcass characteristics and organ weights. **Animal Production**, Edinburgh, v. 54, n. 1, p. 75-82, 1992.

RUIZ, M.A.U.; PEDER, L.D.; SILVA, C.M. Fatores relacionados ao comprometimento ósseo devido a doenças renais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Cascavel-PR,n.2, p,42- 2015.

- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2016, 262p.
- SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, F.T.; CECON, P.R.; P.R.; D'AGOSTINI, P. Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n. 2, p.397-406, 2004.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. SAS/STAT User's guide. Version 8.2.4^a ed. v. 2. Cary: 2000.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. SAS/STAT User's guide. Version 9.2, Cary: 2008.
- SANTANA, A.L.A.; CARVALHO, P. L. O.; OLIVEIRA, N.T.E. ; GONÇALVES JUNIOR, A.C. ; GAZOLA, A.P. ; CASTRO, D. E. S.; CARVALHO, S.T. ; OLIVEIRA, A.DA C. . Different sources of calcium for starter pig diets. **Livestock Science**, v. 206, p. 175-181, 2017.
- SANTOS, L. S.; MASCARENHAS, A. G.; OLIVEIRA, H. F. Fisiologia digestiva e nutrição pós desmame em leitões. Goiania- Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**. Vol.12 nº 01, 2016.
- SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. Nutrition of the chicken. 3. Ed. New York: Ithaca, 1982. 562p.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. et al. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in poultry: a review. **Journal Poultry Science** 43, 89–103. 2006.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial Phytase in Poultry Nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.1-41, 2007.
- SILVA, J.H.V.; PASCOAL, L.A.F. Função e Disponibilidade dos Minerais. In: SAKOMURA, N.K.; et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 1ª ed., p. 129, 2014.
- SILVA, P. Farmacologia. 7^a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- SILVA, G. A., RORIG, A., SCHMIDT, J. M. GUIRRO, E.C.B.P. Impacto do desmame no comportamento e bem-estar de leitões: revisão de literatura. **Veterinária em Foco**, v. 12, n. 1, p. 32-41, 1679-5237. 2014b. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/vetfoco/article/view/31668/35119>>. Acesso em: 10 Agosto. 2017.
- SILVA, C. A. Influência da ativação do sistema imunitário do recém desmamado sobre a produtividade. In: VI Fórum Internacional de Suinocultura, 2012, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, 2012. CD-ROM.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV. 235p, 2002.

- SOUZA, E.F. Relatório sobre experimento com o uso de farinha de algas marinhas na suplementação mineral de bovinos de corte. Disponível em: http://www.naturalrural.com.br/conteudo/experimentos_lc300_suplementacao_bovinos.pdf 2012. Acesso em 15/07/2016.
- STEIN, H.H.; ADEOLA, O.; CROMWELL, G.L.; KIM, S. W.; MAHAN, D.C.; MILLER, P.S. Concentration of dietary calcium supplied by calcium carbonate does not affect the apparent total tract digestibility of calcium, but decreases digestibility of phosphorus by growing pigs. **Journal Animal Science**, v.89, p. 2139-2144, 2011.
- TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; LOPES, J.B.; VITTI, D. M. S. S.; GOMES, P. C.; LOPES, J.B.; COSTA, L. F.; FERREIRA, V.P.A.; PENA, S. M.; MOREIRA, J.A.; BUNZEN, S. Níveis de substituição do fosfato Bicálcico pelo monobicálcico em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.34, p.142-150, 2005.
- VIANA, J.M. Comportamento de leitões desmamados em diferentes idades, desafiados em piscina. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de pós graduação em zootecnia, para obtenção do título de Doctor Scientie. Viçosa Minas Gerais – Brasil 2013.
- ZANINI, S.F., CARVALHO, M.A.G., COLNAGO, G., et al., Uso de farinha de algas como fonte de cálcio na ração de frangos de corte. In: 37ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Viçosa. **Anais...** Minas Gerais 2000.
- ZANINI, S.F.; CARVALHO, M.A.G.; COLNAGO, G. et al. Composição da carcaça de frangos de corte submetidos a dieta com farinha de algas. Rev. **Centro Universitário Vila Velha (ES)**, v.3 n.1, p. 45- 56., 2002.
- ZIMMERMAN, DR, VC Speer, VW Hays e DV Catron, 1963. Efeito dos níveis de cálcio e fósforo no desempenho do bebê porco. **Journal Animal Science**, 22: 658-661, 1963.
- ZILBERSTEIN, D.; AGMPN, V.; SCHULDINER, S.; PADAN, E. Escherichia coli intracellular pH, membrane potential, and cell growth. **Journal of Bacteriology**, v.158, p. 246-252, 1984.