

Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Suplementação da farinha de microalga *Schizochytrium sp.* em dietas para suínos em crescimento e terminação: desempenho zootécnico, características de carcaça, perfil de ácidos graxos e teores de EPA e DHA no lombo (*Longissimus dorsi*)

Anderson Aparecido Sedano

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba  
2022

Anderson Aparecido Sedano  
Zootecnista

Suplementação da farinha de microalga *Schizochytrium sp.* em dietas para suínos em crescimento e terminação: desempenho zootécnico, características de carcaça, perfil de ácidos graxos e teores de EPA e DHA no lombo (*Longissimus dorsi*)

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:  
Prof. Dr. **URBANO DOS SANTOS RUIZ**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba  
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Sedano, Anderson Aparecido

Suplementação da farinha de microalga *Schizochytrium* sp. em dietas para suínos em crescimento e terminação: desempenho zootécnico, características de carcaça, perfil de ácidos graxos e teores de EPA e DHA no lombo (*Longissimus dorsi*) / Anderson Aparecido Sedano. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2022.

45 p.

Dissertação (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Nutrição animal 2. Ômega-3 3. *Schizochytrium* sp. 4. Suínos I. Título

## DEDICATÓRIA

*A Deus, pela vida em plenitude.*

*À minha mãe Magali Aparecida Bassoli Sedano*

*Ao meu pai Devanil Aparecido Sedano Vieira*

*Aos meus irmãos Alisson Diego e João Victor*

*À minha linda sobrina Maitê*

*Ao meu companheiro de vida Yuri de Carvalho Oiamore Silva*

*Aos meus avós maternos Isaura Vello Bassoli e Waldemar Bassoli*

*Aos meus avós paternos Iraci Vieira Sedano e José Sedano Navarro*

O amor da minha família é o maior presente que já recebi na vida. Amo vocês.

## AGRADECIMENTOS

À toda minha família e amigos.

A minha mãe Magali e ao meu pai Devanil, que com muito amor e dedicação me prepararam para o mundo aqui fora. Aos meus irmãos Diego e João pelo incentivo e companherismo nos momentos desafiadores.

Ao Yuri, obrigado por caminhar ao meu lado e compartilhar sua vida comigo. Pelos muitos dias em que me ajudou nos manejos em Tanquinho, nas análises no LAN e também claro, pelo incentivo em concluir esta etapa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Urbano dos Santos Ruiz, obrigado pelo acolhimento, pelos ensinamentos e aprendizados, e também perseverança e apoio na elaboração, condução e conclusão deste desafio. Obrigado por me incentivar e apoiar nos momentos mais difíceis. É imensurável sua contribuição em meu desenvolvimento acadêmico.

A Universidade de São Paulo – USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de aprendizado, vivência acadêmica e estrutura disponibilizada.

Ao Departamento de Zootecnia e a todos os seus professores e funcionários, obrigado pelo aprendizado ao longo deste período. Em especial ao técnico de campo Gilberto da Silva Duarte, meu muito obrigado.

A todos os colegas de departamento que trilharam este caminho comigo. Meu agradecimento especial para Natalia Cristina Milani, Vinicius Ricardo Cambito de Paula, Candida Pollyanna Francisco Azevedo, Thais Cardoso Váz e Helio Moreira Junior, com vocês o trabalho foi mais fácil.

A Corbion pela oportunidade e confiança na execução deste trabalho, em especial a Elaine Thalita dos Santos pelo apoio e pela paciência ao longo de todo este período.

Ao Laboratório de Análises de Alimentos – LAN, em especial a Professora Carmen Josefina Contrera Castillo, pela confiança depositada no uso dos laboratórios e equipamentos de qualidade de carne. A Priscilla pelos incontáveis finais de semana em que não mediu esforços para que as análises fossem concluídas no prazo determinado.

Ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa – IZ, por disponibilizar a estrutura física para a realização deste trabalho. Em especial a Dra. Simone Raymundo de Oliveira pelo apoio antes, durante e depois da realização do experimento, obrigado. Meu agradecimento também a Sra. Isabel e seu genro Marcos pelo suporte diário nos manejos em Tanquinho.

Aos meus queridos amigos Erikelly, Cuca e Hyllana por tentarem diversas vezes abrirem meus olhos sobre o mundo da pós graduação e claro, pelo apoio e os momentos de descontração ao longo de todos estes 16 anos de amizade.

Meu muito obrigado a todos!

## BIOGRAFIA

ANDERSON APARECIDO SEDANO, nasceu em Dracena-SP em 23 de outubro de 1986, filho de Magali Aparecida Bassoli Sedano e Devanil Aparecido Sedano Vieira.

Cursou ensino fundamental e médio no Colégio São José em Limeira-SP.

Em 2010 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, no campus Dracena-SP.

Em 2018 ingressou curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP.

## EPÍGRAFE

*“E um homem disse: Fala-nos do conhecimento de si próprio.*

*E ele respondeu, dizendo:*

*Vosso coração conhece em silêncio o segredo dos dias e das noites;*

*Mas vossos ouvidos anseiam por ouvir o que vosso coração sabe.*

*Desejais conhecer em palavras aquilo que sempre conhecestes em pensamento.*

*Quereis tocar com os dedos o corpo nu de vossos sonhos. E é bom que jamais o desejeis.*

*A fonte secreta de vossa alma precisa brotar e correr, murmurando para o mar;*

*E o tesouro de vossas profundezas ilimitadas precisa revelar-se a vossos olhos.*

*Mas não useis balanças para pesar vossos tesouros desconhecidos;*

*Porque o Eu é um mar sem limites e medidas.*

*Não digais: ‘Encontrei a verdade’. Dizei de preferência: ‘Encontrei uma verdade’.*

*Não digais: ‘Encontrei o caminho da alma’. Dizei de preferência: ‘Encontrei a alma andando em meu caminho’.*

*Porque a alma anda por todos os caminhos.*

*A alma não marcha numa linha reta nem cresce como um caniço.*

*A alma desabrocha, qual um lótus de inúmeras pétalas.”*

*Gibran Khalil Gibran*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	10
LISTA DE TABELAS .....	12
LISTA DE SIGLAS .....	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
Referências .....	17
2. SUPLEMENTAÇÃO DE FARINHA DE MICROALGA <i>Schizochytrium SP.</i> EM DIETAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO: DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E TEORES DE EPA E DHA NO LOMBO ( <i>Longissimus dorsi</i> ). .....	21
Resumo .....	21
Abstract.....	21
2.1. Introdução.....	22
2.2. Material e Métodos.....	23
2.2.1. Animais e instalações .....	23
2.2.2. Tratamentos .....	24
2.2.3. Características avaliadas.....	25
2.2.4. Delineamento experimental e análise estatística .....	27
2.3. Resultados.....	28
2.3.1. Desempenho zootécnico .....	28
2.3.2. Análise quantitativa e qualitativa nas carcaças.....	28
2.3.3. Composição química da carne .....	28
2.3.4. Perfil de ácidos graxos e deposição de EPA e DHA no músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	29
2.4. Discussão.....	30
Referências .....	32
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45



## RESUMO

**Suplementação da farinha de microalga *Schizochytrium sp.* em dietas para suínos em crescimento e terminação: desempenho zootécnico, características de carcaça, perfil de ácidos graxos e teores de EPA e DHA no lombo (*Longissimus dorsi*)**

Indivíduos da espécie humana são incapazes de sintetizar os ácidos graxos (AG) das famílias ômega 3 e 6, devendo obtê-los via alimentação. Normalmente, dietas para humanos são pobres em AG ômega 3, como os AG linolênico, eicosapentaenoico (EPA, C20:5 n-3) e docosahexaenoico (DHA, C22:6 n-3), pois os principais alimentos que contêm estes AG muitas vezes não são acessíveis a maior parte da população ou são de custo elevado. O teor e o perfil de AG nos tecidos corporais de suínos refletem os das dietas que os animais consomem. Esta característica pode ser utilizada para manipulação da composição dos lipídeos corporais de suínos via alimentação, com intuito de incrementar os teores de AG da família ômega 3, e atender as necessidades específicas do ser humano. Ou seja, a carne de suínos com teores aumentados de EPA e DHA pode ser meio para elevar a ingestão destes AG por humanos, visto que tem alta disponibilidade, normalmente preço acessível e já faz parte das dietas da maior parte da população mundial. Deste modo a presente pesquisa teve por objetivo avaliar os efeitos da adição de farinha de microalga (FM, *Schizochytrium sp.*) na dieta de suínos em crescimento e terminação como fonte de EPA e DHA. Neste estudo foram utilizados 80 suínos mestiços (genética Choice), com 98 dias de idade e  $50,34 \pm 6,47$  kg de peso vivo (PV) médio inicial, com duração de 56 dias, quando os animais atingiram  $110,20 \pm 11,57$  kg de PV. Os tratamentos foram arranjados num esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$ , composto por dietas com três concentrações (0,25; 0,40; 0,55%) da FM, fornecidas por três períodos antes do abate (21, 42 e 56 dias) e uma dieta controle, sem FM, totalizando dez tratamentos. A FM foi adicionada em substituição ao ingrediente inerte das dietas. Foram avaliados o desempenho zootécnico, parâmetros qualitativos e quantitativos das carcaças, composição química, perfil de ácidos graxos e deposição de EPA e DHA no músculo *Longissimus dorsi* dos animais. Os dados foram submetidos a ANOVA pelo procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) e as médias comparadas pelo teste Tukey quando observadas diferenças ( $P < 0,05$ ). Observou-se, de forma geral, que o desempenho zootécnico e a maioria das características quantitativas e qualitativas das carcaças dos suínos não foram afetadas pelos tratamentos. Percebeu-se efeitos ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre os rendimentos de lombo e de pernil. Todavia, ao compararmos os rendimentos de carcaça, quantidade de carne na carcaça, assim como espessura de tocinho, profundidade de lombo e área de olho de lombo, não foram verificadas diferenças. Adicionalmente, verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) para intensidade luminosa do lombo (cor L), porém para todas as demais variáveis qualitativas, e para os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e ácidos graxos totais, não foram observadas quaisquer diferenças entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos. De forma distinta, verificou-se os maiores ( $P < 0,05$ ) teores de DHA no lombo dos animais que consumiram as dietas com 0,55% de FM por 42 ou 56 dias, ou 0,40% de FM por 56 dias, resultados 4 vezes superiores aos apresentados pelos animais controle. Os teores de EPA e AG insaturados e poli-insaturados no lombo foram também superiores ( $P < 0,05$ ) nos animais alimentados com as dietas com 0,55% de FM em relação àqueles submetidos as dietas com 0,25% de FM. Observou-se que os incrementos ( $P < 0,05$ ) de 1,5 e 2,5 vezes na deposição de EPA + DHA entre os suínos alimentados com 0,55% de FM e os animais que receberam as dietas com 0,25% de FM e do grupo, respectivamente. Quanto ao tempo de fornecimento da FM, foram necessários ao menos 42 dias de consumo das dietas suplementadas para se verificar maiores deposições de EPA e DHA no lombo. Estes resultados, em conjunto, demonstram que a suplementação de FM a dietas para suínos, em teores superiores a 0,40% e por mais de 42 dias, são efetivas em aumentar as concentrações de EPA e DHA no lombo de

suínos. No entanto, é preciso destacar que a maior deposição de EPA + DHA no lombo verificada na presente pesquisa, 15,59 mg/100 g, observada nos animais alimentados com 0,55% de FM por 56 dias, foi inferior ao valor mínimo de 40 mg/100g estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, RDC n° 54) para se considerar o lombo suíno como fonte dos referidos AG. Mais estudos são necessários, com fornecimento de dietas com maiores concentrações de FM para se obter carne suína enriquecida com EPA e DHA, de acordo com a regulamentação da ANVISA.

Palavras-chave: Nutrição animal, EPA + DHA, *Schizochytrium* sp., Suínos

## ABSTRACT

**Supplementation of microalgae flour *Schizochytrium sp.* in diets for growing and finishing pigs: zootechnical performance, carcass characteristics, fatty acid profile and EPA and DHA content in the loin (*Longissimus dorsi*)**

Individuals of the human species are unable to synthesize fatty acids (FA) from the omega 3 and 6 families, and must obtain them through food. Normally, human diets are low in omega 3 FAs, such as linolenic, eicosapentaenoic (EPA, C20:5 n-3) and docosahexaenoic (DHA, C22:6 n-3) FAs, as the main foods that contain these FAs are often not accessible to most of the population or are expensive. The FA content and profile in the body tissues of swine reflect those of the diets that the animals consume. This feature can be used to manipulate the composition of body lipids in pigs via feed, in order to increase the FA levels of the omega 3 family, and meet the specific needs of humans. That is, pork meat with increased levels of EPA and DHA can be a means to increase the intake of these FA by humans, since it is highly available, usually affordable and is already part of the diets of most of the world's population. Thus, the present research aimed to evaluate the effects of the addition of microalgae flour (MF, *Schizochytrium sp.*) in the diet of growing and finishing pigs as a source of EPA and DHA. In this study, 80 crossbred pigs (Choice genetics) were used, with 98 days of age and  $50.34 \pm 6.47$  kg of initial average body weight (BW), with a duration of 56 days, when the animals reached  $110.20 \pm 11.57$  kg of BW. The treatments were arranged in a  $3 \times 3 + 1$  factorial scheme, consisting of diets with three concentrations (0.25; 0.40; 0.55%) of MF, provided for three periods before slaughter (21, 42 and 56 days), and a control diet, without MF, totaling ten treatments. Microalgae flour was added to replace the inert ingredient in the diets. The growth performance, qualitative and quantitative parameters of the carcasses, chemical composition, fatty acid profile and EPA and DHA deposition in the *Longissimus dorsi* muscle of the animals were evaluated. Data were submitted to ANOVA using the PROC MIXED procedure of the SAS statistical program (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) and the means were compared using the Tukey test when differences were observed ( $P < 0.05$ ). It was observed, in general, that the growth performance and the majority of the quantitative and qualitative characteristics of the swine carcasses were not affected by the diets. Effects ( $P < 0.05$ ) of treatments on loin and ham yields were observed. However, when comparing carcass yields, amount of meat in the carcass, as well as backfat thickness, loin depth and loin eye area, no differences were observed. Additionally, there was a difference ( $P < 0.05$ ) for the light intensity of the loin (color L), but for all other qualitative variables, and for the contents of dry matter, crude protein, ether extract and total fatty acids, no differences were observed between the animals subjected to the different treatments. Differently, the highest ( $P < 0.05$ ) levels of DHA in the loins of the animals that consumed the diets with 0.55% MF for 42 or 56 days, or 0.40% MF for 56 days were observed, results 4 times superior to those presented by the control animals. The levels of unsaturated and polyunsaturated FA and EPA in the loin were also higher ( $P < 0.05$ ) in animals fed diets with 0.55% MF compared to those fed diets with 0.25% MF. It was observed increments ( $P < 0.05$ ) of 1.5 and 2.5 times in the deposition of EPA + DHA between the pigs fed with 0.55% MF and the animals that received the diets with 0.25 % of MF and the control group, respectively. As for the time of MF supply, it took at least 42 days of consumption of the supplemented diets to verify greater deposition of EPA and DHA in the loin. These results, together, demonstrate that MF supplementation to swine diets, at levels higher than 0.40% and for more than 42 days, are effective in increasing EPA and DHA concentrations in swine loins. However, it should be noted that the highest deposition of EPA + DHA in the loin verified in the present study, 15.59 mg/100 g, observed in animals fed with 0.55% MF for 56 days, was lower than the minimum value of 40 mg/100g established by the National Health Surveillance Agency (ANVISA, RDC n° 54) to consider pork loin as a source of the aforementioned AG. More studies are needed, with the provision of diets

with higher concentrations of MF to obtain pork enriched with EPA and DHA, according to ANVISA regulations.

Keywords: Animal nutrition, EPA + DHA, *Schizochytrium* sp., Swine

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Composições centesimal e química das dietas para suínos nas fases de crescimento (50 – 75 KG) e de terminação (75 – 100 KG). .....36
- TABELA 2. Esquema dos tratamentos, pelo fornecimento das dietas experimentais por diferentes períodos.....37
- TABELA 3. Teores recuperados de farinha de microalgas (FM, *Schizochytrium sp.*) e do ácido graxo docosaenoico (DHA) nas dietas de crescimento e terminação .....37
- TABELA 4. Peso vivo (PV), ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C), 0,25, 0,40 e 0,55%, de farinha de microalga *Schizochytrium sp.*, por diferentes períodos (P), 21, 42 e 56 dias, nas fases de crescimento e terminação. ....38
- TABELA 5. Pesos de carcaça quente (PCC) e fria (PCF), perda por resfriamento (PRESF), rendimentos de carcaça quente (RCQ), de carne na carcaça resfriada (RCCR), quantidade de carne na carcaça resfriada (QCCR), rendimentos de pernil (REPE), de carré (RECA), de costela (RECO), de barriga (REBA), de lombo (RELO), de paleta (REPA), comprimento de carcaça (COMPC), espessuras de tocinho na primeira vértebra torácica (ET1), na última vértebra torácica (ET2); na última vértebra lombar (ET3) e no ponto p2 (ET4), área de olho de lombo (AOL), e profundidade de lombo (PL) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium sp.*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação .....39
- TABELA 6. Relação área do *Longissimus dorsi* e peso da carcaça (RALPC), pH aos 45 minutos após abate (pH45), 24 horas após o abate (pH24) e lombo 24 horas após abate (pH L), cor L\*; cor A\*; cor B\*; croma tonalidade em radianos (HRAD); tonalidade em graus (HGRAUS); perda de líquido na cocção (PLC); perda de água por gotejamento (PAG); força de cisalhamento de amostras de carne de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium sp.*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação.....40
- TABELA 7. Teores de matéria seca, proteína bruta, ácidos graxos totais e extrato etéreo em hidrólise ácida, expressos nas matérias seca (MS) e natural (MN), das amostras de carne de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium sp.*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação.....41
- TABELA 8. Perfil de ácidos graxos (% dos ácidos graxos totais) da gordura de amostras do lombo (*Longissimus dorsi*) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação<sup>1</sup>. .....42
- TABELA 9. Teores de EPA, DHA e EPA + DHA, expressos na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS), em amostras do lombo (*Longissimus dorsi*) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium sp.*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação. 44

## LISTA DE SIGLAS

C – Concentração	ET4 – Espessura de toucinho no ponto P2
P – Período	AOL – Área de olho de lombo
CA – Conversão alimentar	PL – Profundidade de lombo
CDR – Consumo diário de ração	RALPC – Relação área do <i>Longissimus dorsi</i> e peso da carcaça
DGP – Ganho diário de peso	pH45 – pH aos 45 minutos após abate
FM – Farinha de microalga	pH24 – pH 24 horas após abate
PV – Peso vivo	pHL – pH do lombo 24h após abate
PCC – Peso da carcaça quente	HRAD – Tonalidade em radiados
PCF – Peso da carcaça resfriada	HGRAUS – Tonalidade em graus
PRESF – Perda por resfriamento	PLC – Perda de líquido por cocção
RCQ – Rendimento de carcaça quente	PAG – Perda de líquido por gotejamento
RCCF – Rendimento de carcaça resfriada	FC – Força de cisalhamento
QCCR – Rendimento de quantidade de carcaça resfriada	AGT – Ácido graxo total
REPE – Rendimento de pernil	AG – Ácido graxo
RECA – Rendimento de carré	MS – Matéria seca
REBA – Rendimento de barriga	MN – Matéria natural
RELO – Rendimento de lombo	
REPA – Rendimento de paleta	
COMPC – Comprimento de carcaça	
ET1 – Espessura de toucinho na primeira vertebra torácica	
ET2 – Espessura de toucinho na última vertebra torácica	
ET3 – Espessura de toucinho na última vertebra lombar	



## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro se desenvolveu e cresceu significativamente nas últimas décadas, se consolidando como um dos maiores produtores e exportadores de bens agropecuários do mundo. Neste contexto, o Brasil figura entre os principais produtores mundiais de carne suína, ocupando a quarta posição na produção e exportação desta carne, com 4,5% de toda a produção global (ABPA., 2021).

Em 2020 foram produzidas 4,436 milhões de toneladas de carne suína no Brasil, marca histórica, sendo 77% destinadas ao mercado nacional e o restante exportado. Essa elevada produção brasileira foi alavancada pelo aumento no consumo de carne suína anual por pessoa no Brasil, passando de 14,1 kg em 2010 para 16 kg em 2020 e pelo aumento na exportação, principalmente para a China (ABPA., 2021)

A posição de destaque e competitividade da suinocultura nacional são frutos de esforços de diferentes setores ligados à atividade. No melhoramento genético ocorreram avanços que resultaram em animais mais produtivos e com reduções de 31% na gordura corporal, 10% no colesterol e 14% nas calorias, tornando a carne suína mais magra, atendendo a demanda dos consumidores. Adicionalmente, profissionais das áreas de nutrição e alimentação animal, reprodução, sanidade e ambiência tem trabalhado de modo a criar plenas condições para o desenvolvimento dos suínos de genótipo melhorado (FRIGGI, 2012; ABCS, 2014;)

Os esforços para manutenção e crescimento da produção de suínos devem ser constantes, considerando-se que aumentos da população e de seu poder aquisitivo são previstos em escala global, projetando-se aumento em torno de 66% no consumo da carne suína até o ano de 2030. Assim, para que esta demanda futura possa ser atendida é fundamental que toda a cadeia de produção se adeque e se mantenha em evolução para este cenário promissor.

A carne suína é um alimento de elevado valor nutricional, pois é fonte de proteínas de alto valor biológico, com teores elevados de aminoácidos indispensáveis, vitaminas, minerais e ácidos graxos (AG) essenciais. A composição geral dessa carne consiste de 72% de água, 20% de proteína, 7% de gordura, 1% de minerais e menos que 1% de carboidratos, além de também ser fonte das vitaminas B1, B2, B6, B12, A e C (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002; FAVERO, 2002).

Apesar da carne suína apresentar baixo teor de lipídeos, o seu consumo por seres humanos pode se constituir em meio para elevar a ingestão de AG essenciais ou importantes para saúde humana, especialmente os da família ômega 3 (LIZARDO et al., 2002; MARRIOTT et al., 2002). O perfil de AG da carne e gordura suína, assim como o de carnes de outros animais não ruminantes, refletem o perfil de AG das dietas que os animais consomem (OKANOVIĆ, 2010; DE TONNAC; KARIM-LUISSET; MOUROT, 2017; MORAN et al., 2018a). Tal fato se explica por não haver alteração nos AG da dieta durante a digestão e absorção, diferentemente do que ocorre com animais ruminantes, e por ocorrer diminuição na síntese de novo de AG pelos animais conforme consomem maiores teores de lipídeos nas dietas. Ressalta-se que tais mecanismos são particularmente importantes para os AG que os animais não sintetizam ou que produzem em menores quantidades. Esta característica pode ser utilizada para manipulação da composição dos lipídeos de suínos, via alimentação, com o intuito de atender necessidades específicas do ser humano.

Indivíduos da espécie humana são incapazes de sintetizar em sua totalidade os AG linoleico (C18:2n-6) e linolênico (C18:2n-3) que necessitam, devendo obtê-los da dieta (ROSSI et al., 2010) e por esta razão esses AG são denominados nutricionalmente essenciais. Os AG da família ômega 6, como o linoleico, são normalmente ingeridos em abundância, seja pelo consumo de óleos vegetais ou mesmo de alimentos de origem animal que possuem teores elevados destes AG. Contrariamente, as dietas para humanos principalmente no ocidente, são pobres em AG ômega



3, incluindo-se além do AG linolênico, os AG eicosapentaenoico (EPA, C20:5n-3) e docosahexaenoico (DHA, C22:6n-3).

Estudos realizados com a população europeia revelaram que existe déficit nutricional de AG ômega 3, em parte pelo baixo consumo de pescados e seus derivados, que são naturalmente ricos nestes compostos. Estima-se que a ingestão de AG ômega 3 na Europa seja inferior a 0,25 g/dia (MICHA et al., 2014), ao passo que se recomenda consumo de ao menos 1g/dia para manutenção fisiológica do corpo, bem como para o bom funcionamento cardiovascular, prevenção de doenças crônicas, além do que os AG ômega 3 e 6 atuam particularmente no desempenho cerebral, constituindo em média 14% do córtex cerebral (SVENNERHOLM; VANIER, 1978; SIMOPOULOS, 1999; DECKELBAUM; WORGALL; SEO, 2006).

A designação de Ômega (n) tem relação posição da dupla ligação, sendo o primeiro contando a partir do carbono terminal (CH<sub>3</sub>) do grupo metila, demonstrando a importância nutricional destes ácidos graxos. O ácido linoleico e o ácido  $\alpha$ -linolênico são ácidos graxos que possuem duplas ligações no terceiro e sexto átomos de carbono e não são sintetizados por mamíferos em sua totalidade, e por serem deficientes é importante consumir dietas contendo estes ácidos graxos (SIMOPOULOS, 2008).

O DHA é o AG mais longo e o mais insaturado da família ômega 3, sendo produzido a partir do AG linolênico, tendo o EPA como produto intermediário. Diversas funções são atribuídas ao DHA, entre as quais estão a prevenção de doenças cardiovasculares (VOSS et al., 1991), da arteriosclerose, a inibição da vasoconstrição, da agregação plaquetária, de doenças inflamatórias crônicas, hiperinsulinemia e provavelmente, diabetes mellitus tipo 2, dentre outras patologias (HORNSTRA, 2000; CHRISTOPHERSEN; HAUG, 2011). O DHA também atua no desenvolvimento da membrana do cérebro e retina, sendo importante para mulheres grávidas, que precisam da ingestão suficiente de DHA, especialmente quando a gravidez atinge seu terço final, período em que o desenvolvimento do cérebro e da retina são mais rápidos (HAKIM, 2013). Adicionalmente, estudos associaram a suplementação com óleo de peixe, contendo teores elevados de EPA e DHA, a uma menor incidência de transtornos mentais, indicando que dietas ricas nestes componentes podem auxiliar em reduzir transtornos de ansiedade atuando na modulação das respostas ao estresse (NATACCI et al., 2018).

Os peixes de água fria e salgada são considerados as fontes mais ricas em AG ômega-3, porém suas disponibilidades podem ser limitadas em razão da pesca, da dificuldade de produção em cativeiro, e do custo elevado para o consumidor final (SALEM; EGGERSDORFER, 2015), fazendo com que o consumo humano de AG ômega 3 oriundos de frutos do mar e peixes seja reduzido ou de difícil implementação para boa parcela da população (GJERLAUG-ENGER et al., 2015). Desta maneira, de acordo com Dugan et al. (2015), o enriquecimento da carne suína com fontes de AG ômega 3, linolênico, EPA e DHA, importantes para a saúde humana, pode gerar benefícios para o consumidor. Ou seja, pode se constituir em meio para fazer com que as pessoas os consumam, sem exigir mudanças na rotina de alimentação ou a necessidade de ingestão de alimentos não usuais (SIMOPOULOS, 1999; DECKELBAUM; WORGALL; SEO, 2006;).

Na avicultura de postura a utilização de fontes de AG ômega 3 na alimentação das galinhas para enriquecimento dos ovos em EPA e DHA vem se tornando rotineira, transformando ovos em alimentos funcionais. Na suinocultura, existem alguns estudos sobre o uso de fontes de ômega 3 em dietas para porcas em gestação e lactação, animais jovens, assim como para suínos em crescimento e terminação. Na alimentação de fêmeas objetiva-se melhorar a eficiência reprodutiva das matrizes, para leitões busca-se incremento da saúde dos animais (SMITS et al., 2011; TANGHE; DE SMET, 2013; BEZERRA et al., 2020), e nos suínos em crescimento e terminação o intuito

é o enriquecimento da carne com EPA e DHA, assim como a busca de relação AG ômega 6:ômega 3 mais equilibrada (JATURASITHA, S. et al., 2002; DUGAN et al., 2015; VOSSEN et al., 2017; MORAN et al., 2018a).

As fontes de AG ômega 3 nas dietas para animais podem ser óleos vegetais, como de linhaça, colza e soja, óleos de peixes e derivados de microalgas. Os óleos vegetais são ricos em AG linolênico, mas pobres em EPA e DHA, ponto que pode representar dificuldade para o enriquecimento da carne suína nesses AG. No processo de síntese de EPA e DHA são necessárias as mesmas enzimas para produção de AG derivados do ácido linoleico, que normalmente ocorre em maiores concentrações nas dietas dos animais (PLOURDE; CUNNANE, 2007).

As microalgas são plantas aquáticas fotossintéticas unicelulares, que podem ser utilizadas na indústria farmacêutica, alimentícia e na nutrição animal, principalmente como uma rica fonte de AG polinsaturados da família ômega 3, incluindo EPA e DHA, além de serem fontes de proteína, microelementos, vitaminas e antioxidantes (ŚWIĄTKIEWICZ; ARCZEWSKA-WŁOSEK; JÓZEFIAK, 2015). Segundo Salem e Eggersdorfer (2015) o aumento do interesse do uso das microalgas vai ao encontro das projeções de que peixes e fontes vegetais por si só não serão suficientes para atender a demanda nutricional de DHA no futuro (HOWE et al., 2006; STANSBY, 1971).

No entanto, o número de pesquisas sobre inclusão de diferentes fontes de AG ômega 3 em dietas para suínos e seus efeitos no perfil de ácidos graxos da carne de suínos, assim como sobre o desempenho zootécnico dos animais e características quantitativas e qualitativas da carcaça de suínos ainda é relativamente pequeno e com resultados inconclusivos. Ainda não há consenso sobre as fontes mais adequadas, sobre os teores de inclusão e período de fornecimento necessários para adequado enriquecimento da carne de suínos com AG ômega 3. Deste modo, essa pesquisa teve por objetivo avaliar os efeitos da adição de farinha de microalga (FM, *Schizochytrium* sp.) na dieta de suínos em crescimento e terminação em relação ao desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, qualidades químicas da carne, perfil de ácidos graxos e deposição de EPA e DHA na carne.

## Referências

- ABCS. Produção de Suínos, Teoria e Prática. 1. ed. Brasília/DF. Quality. 908 p.; 2014.
- ABCS. Métodos brasileiro de classificação de carcaças. ABCS Associação brasileira de criadores de suínos. Estrela/RS; 1973.
- ABPA. Relatório Anual da Associação brasileira de proteína animal. São Paulo. 75p; 2021.
- AOAC International. 2006. Official methods of analysis. 17 ed. AOAC Int., Washington, DC.
- AOAC International. 2003. Official methods and recommended practices of the American oil Chemists' Society. 2 ed. AOAC Int., Washington, DC.
- BRANDÃO, P. A. et al. Revisão bibliográfica ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. Agropecuária Técnica, v. 26, n. 1, p. 5–14, 2005.
- BERTOL, T. M. et al. Effects of genotype and dietary oil supplementation on performance, carcass traits, pork quality and fatty acid composition of backfat and intramuscular fat. Meat Science, v. 93, n. 3, p. 507–516, mar. 2013.
- BERTOL, T. M. Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína. Embrapa Aves e Suínos, 1 ed., 2019.

- BEZERRA, B. M. O. et al. Suplementação com óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados na dieta de leitões na fase de creche: efeitos no desempenho, na resposta inflamatória, no perfil lipídico e no “status” oxidativo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, n. 3, p. 1009–1016, maio 2020.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1 ago. 1959.
- BOCCARD, R. et al. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities’ (CEC) beef production research programme. *Livestock Production Science*, v. 8, n. 5, p. 385–397, out. 1981.
- BOSCHINI, C. Antioxidantes na dieta de frangos de corte - Dissertação de Mestrado. Pelotas/RS: 2011.
- BOWKER, B.; ZHUANG, H. Detection of razor shear force differences in broiler breast meat due to the woody breast condition depends on measurement technique and meat state. *Poultry Science*, v. 98, n. 11, p. 6170–6176, nov. 2019.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 1, p. 98–104, jan. 2002.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. Avaliação da carne suína. 1 ed. Midigraft. Londrina/PR: 2009.
- CASTRO, F. F. Ácido docosahexaenoico (DHA) em dietas para porcas em gestação e lactação – Dissertação de Mestrado. Jaboticabal/SP, 2018.
- CHRISTOPHERSEN, O. A.; HAUG, A. Animal products, diseases and drugs: a plea for better integration between agricultural sciences, human nutrition and human pharmacology. *Lipids in Health and Disease*, v. 10, n. 1, p. 16, 2011.
- SOUZA, C. S. Utilização de misturas de óleos vegetais na ração de suínos em terminação – Dissertação de Mestrado. Macaíba/RN: 2017.
- BERNANDI, A. C., et al. Enhancing Nutrient Use Efficiency Using Zeolites Minerals—A Review. *Advances in Chemical Engineering and Science*, v. 06, n. 04, p. 295–204, 2016.
- TONNAC, A.; KARIM-LUISSET, S.; MOUROT, J. Effect of different dietary linseed sources on fatty acid composition in pig tissues. *Livestock Science*, v. 203, p. 124–131, 2017.
- TONNAC, A.; MOUROT, J. Effect of dietary sources of n-3 fatty acids on pig performance and technological, nutritional and sensory qualities of pork. *Animal*, v. 12, n. 7, p. 1527–1535, 2018.
- DECKELBAUM, R. J.; WORGALL, T. S.; SEO, T. n-3 Fatty acids and gene expression. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 83, n. 6, p. 1520S-1525S, 2006.
- DELIC. Decisión de Ejecución de la Comisión de 12 de julio de 2012 que modifica la Decisión 2009/11/CE relativa a la autorización de métodos de clasificación de las canales de cerdo en España (2012/384/UE). *Diario Oficial de la Unión Europea*, 14.7.2012, L186-32/L186-35. 2012.
- DELLA CASA, G. et al. Performance and fat quality of heavy pigs fed maize differing in linoleic acid content. *Meat Science*, v. 84, n. 1, p. 152–158, 2010.
- DUGAN, M. E. R. et al. Pork as a source of omega-3 (n-3) fatty acids. *Journal of Clinical Medicine MDPI*, 2015.
- FAVERO, J. A. Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno. *CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA. PORKWORD.*, p. 57–66, 2002.

- FRIGGI, C. A. Determinação multiclasse de resíduos de agrotóxicos e medicamentos veterinários em carnes empregando LC-MS/MS. Santa Maria/RS: 2012.
- FSA. Food Standards Agency. McCance and Widdowson's the composition of foods. 6th ed. Nutrition Bulletin. Cambridge. 537p. 2002.
- GJERLAUG-ENGER, E. et al. Pig feeds rich in rapeseed products and organic selenium increased omega-3 fatty acids and selenium in pork meat and backfat. *Food Science and Nutrition*, v. 3, n. 2, p. 120–128, 2015.
- GUILLEVIC, M.; KOUBA, M.; MOUROT, J. Effect of a linseed diet on lipid composition, lipid peroxidation and consumer evaluation of French fresh and cooked pork meats. *Meat Science*, v. 81, n. 4, p. 612–618, 2009.
- HAKIM, A. R. The potential of heterotrophic microalgae (*Schizochytrium* sp.). As a source of DHA. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, v. 7, n. 1, p. 29, 2013.
- HORNSTRA, G. Essential fatty acids in mothers and their neonates. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 71, n. 5, p. 1262 - 69, 2000.
- HOWE, P. et al. Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition*, v. 22, n. 1, p. 47 – 53, 2006.
- JATURASITHA, S. et al. A Comparative Study of Thai Native Chicken and Broiler on Productive Performance, Carcass and Meat Quality. *Deutscher Tropentag. Conference on International Agricultural Research for Development*. Witzzenhausen; 2002.
- KAHVECI, D.; XU, X. Repeated hydrolysis process is effective for enrichment of omega 3 polyunsaturated fatty acids in salmon oil by *Candida rugosa* lipase. *Food Chemistry*, v. 129, n. 4, p. 1552–1558, 2011.
- KALBE, C. et al. Effects of long-term microalgae supplementation on muscle microstructure, meat quality and fatty acid composition in growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 103, n. 2, p. 574–582, 2019.
- KOUBA, M. et al. Effect of a high-linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pig. *Journal Animal. Science*. 1967-79 p. 2003.
- LIZARDO, R. et al. A nutritional model of fatty acid composition in the growing-finishing pig. *Livestock Production Science*, v. 75, n. 2, p. 167–182, 2002.
- MARRIOTT, N. G. et al. Performance characteristics and fatty acid composition of pigs fed a diet with docosahexaenoic acid. *Journal of Muscle Foods*, v. 13, n. 4, p. 265–277, 2002.
- MICHA, R. et al. Global, regional, and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: A systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys. *The BMJ*, v. 348, 2014.
- MORAN, C. A. et al. Dietary supplementation of finishing pigs with the docosahexaenoic acid-rich microalgae, *Aurantiochytrium limacinum*: effects on performance, carcass characteristics and tissue fatty acid profile. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 31, n. 5, p. 712–720, 2018a.
- MORAN, C. A. et al. Effects of a DHA-rich unextracted microalgae as a dietary supplement on performance, carcass traits and meat fatty acid profile in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 102, n. 4, p. 1026–1038, 2018b.
- NATACCI, L. et al. Omega 3 consumption and anxiety disorders: A cross-sectional analysis of the brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). *Nutrients*, v. 10, n. 6, 2018.
- OKANOVIĆ, D., et al. Influence of linseed enriched diet on omega-3 fatty acids content in pork. *Krmiva* 52, 225-231 p., 2010.

- OKROUHLÁ, M. et al. Effect of dietary linseed supplementation on the performance, meat quality, and fatty acid profile of pigs. *Czech Journal of Animal Science*, v. 58, n. 6, p. 279–288, 2013.
- PLOURDE, M.; CUNNANE, S. C. Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 32, n. 4, p. 619–634, 2007.
- PORK WORD. Manual de cortes de carne suína. Animalworld. São Paulo/SP, v. 3, 2004.
- ROSSI, R. et al. Recent advances in the use of fatty acids as supplements in pig diets: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 2010.
- SALEM, N.; EGGERSDORFER, M. Is the world supply of omega-3 fatty acids adequate for optimal human nutrition? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, v. 18, n. 2, p. 147–154, 2015.
- SIMOPOULOS, A. P. Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 70, n. 3, p. 560s–569s, 1999.
- SIMOPOULOS, A. P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition.*, v.17, 131-134 p., 2008;
- SMITS, R. J. et al. Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing n-3 fatty acids from fish oil<sup>1</sup>. *Journal of Animal Science*, v. 89, n. 9, p. 2731–2738, 2011.
- STANSBY, M. E. Flavors and odors of fish oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v. 48, n. 12, p. 820–823, 1971.
- SVENNERHOLM, L.; VANIER, M. T. Lipid and fatty acid composition of human cerebral myelin during development. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, v. 100, p. 27–41, 1978.
- ŚWIĄTKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WŁOSEK, A.; JÓZEFIK, D. Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v. 71, n. 4, p. 663–672, 2015.
- TANGHE, S.; DE SMET, S. Does sow reproduction and piglet performance benefit from the addition of n-3 polyunsaturated fatty acids to the maternal diet? *The Veterinary Journal*, v. 197, n. 3, p. 560–569, 2013.
- VOSS, A. et al. The metabolism of 7, 10, 13, 16, 19-docosapentaenoic acid to 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid in rat liver is independent of a 4-desaturase. *Journal of Biological Chemistry*, v. 266, n. 30, p. 19995–20000, 1991.
- VOSSSEN, E. et al. Production of docosahexaenoic acid (DHA) enriched loin and dry cured ham from pigs fed algae: Nutritional and sensory quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 119, n. 5, 2017.
- WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; BOUCQUÉ, CH. V. Effect of incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. *Meat Science*, v. 49, n. 4, p. 435–445, 1998.

## 2. SUPLEMENTAÇÃO DE FARINHA DE MICROALGA *Schizochytrium SP.* EM DIETAS PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO: DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E TEORES DE EPA E DHA NO LOMBO (*Longissimus dorsi*)

### Resumo

O perfil de ácidos graxos (AG) da carne e gordura suína reflete o perfil de AG das dietas que os animais consomem e esta característica pode ser utilizada para manipulação da composição dos lipídeos corporais de suínos via alimentação, com intuito de atender as necessidades específicas do ser humano. O enriquecimento da carne suína com fontes de AG ômega-3, linolênico, eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA), importantes para a saúde humana, pode gerar benefícios para o consumidor final sem exigir mudanças na rotina de alimentação ou a necessidade de ingestão de alimentos não usuais. Deste modo a presente pesquisa teve por objetivo avaliar os efeitos da adição de farinha de microalga (FM, *Schizochytrium sp.*), rica em EPA e DHA, em dietas de suínos em crescimento e terminação. Neste estudo foram utilizados 80 animais da linhagem Choice, com 98 dias de idade, peso vivo (PV) médio inicial de  $50,34 \pm 6,47$  kg, com duração de 56 dias, quando os animais atingiram  $110,20 \pm 11,57$  kg de PV. Foram elaboradas 4 dietas, sendo uma controle sem adição de FM (dieta A), e as demais com inclusões de FM em 0,25% (dieta B), 0,40% (dieta C) e 0,55% (dieta D), que foram fornecidas aos suínos por diferentes períodos antes do abate, 21, 42 e 56 dias. A FM foi adicionada em substituição ao ingrediente inerte das dietas. Foram avaliados o desempenho zootécnico, parâmetros qualitativos e quantitativos das carcaças, composição química, perfil de ácidos graxos e deposição de EPA e DHA no músculo *Longissimus dorsi* dos animais. Utilizou-se arranjo fatorial  $3 \times 3 + 1$ , composto de três concentrações (0,25; 0,40; 0,55%) da FM nas dietas e três períodos de fornecimento das dietas com a farinha antes do abate (21, 42 e 56 dias) e a dieta controle, totalizando dez tratamentos. Os dados foram submetidos a ANOVA pelo procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) e as médias comparadas pelo teste Tukey quando observadas diferenças ( $P < 0,05$ ). Observou-se, de forma geral, que o desempenho zootécnico e as características quantitativas e qualitativas das carcaças dos suínos foram pouco afetadas pelas dietas. O fornecimento de rações contendo até 0,55% de FM por até 56 dias antes do abate promoveu mudanças pontuais no ganho diário de peso, consumo diário de ração e na conversão alimentar na semana 4 e na fase de crescimento, porém não no período total do experimento. Percebeu-se efeitos dos tratamentos sobre os rendimentos de lombo e de pernil. Todavia, ao compararmos os rendimentos de carcaça, quantidade de carne na carcaça, assim como espessura de tocinho, profundidade de lombo e área de olho de lombo, não foram verificadas diferenças. Adicionalmente, verificou-se diferença para intensidade luminosa do lombo (cor L), porém para todas as demais variáveis qualitativas, e para os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e ácidos graxos totais, não foram observadas quaisquer diferenças pelo fornecimento das diferentes dietas. De forma distinta, verificou-se os maiores teores de DHA no lombo dos animais que consumiram as dietas com 0,55% de FM por 42 ou 56 dias, ou 0,40% de FM por 56 dias, resultados 4 vezes superiores aos apresentados pelos animais controle. Os teores de EPA e AG insaturados e poli-insaturados no lombo foram também superiores nos animais alimentados com as dietas com 0,55% de FM em relação àqueles submetidos as dietas com 0,25% de FM. Observou-se que os incrementos de 1,5 e 2,5 vezes na deposição de EPA + DHA entre os suínos alimentados com 0,55% de FM e os animais que receberam as dietas com 0,25% de FM e do grupo, respectivamente. Quanto ao tempo de fornecimento da FM, foram necessários ao menos 42 dias de consumo das dietas suplementadas para se verificar maiores deposições de EPA e DHA no lombo. Estes resultados, em conjunto, demonstram que a suplementação de FM a dietas para suínos, em teores superiores a 0,40% e por mais de 42 dias, são efetivas em aumentar as concentrações de EPA e DHA no lombo de suínos. No entanto, é preciso destacar que a maior deposição de EPA + DHA no lombo verificada na presente pesquisa,  $15,59$  mg/100 g, observada nos animais alimentados com 0,55% de FM por 56 dias, foi inferior ao valor mínimo de  $40$  mg/100g estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, RDC no 54) para se considerar o lombo suíno como fonte dos referidos AG. Mais estudos são necessários, com fornecimento de dietas com maiores concentrações de FM para se obter carne suína enriquecida com EPA e DHA, de acordo com a regulamentação da ANVISA.

Palavras-chave: Nutrição animal, Ômega 3, *Schizochytrium sp.*, Suínos

### Abstract

The fatty acid (FA) profile of pork meat and fat reflects the FA profile of the diets that the animals consume and this characteristic can be used to manipulate the composition of body lipids in pigs through feeding, to meet the specific needs of the human beings. The enrichment of pork with sources of omega-3 FA, linolenic, eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA), important for human health, can generate benefits for the final consumer without requiring changes in the feeding routine or the need to ingest unusual foods. Thus, this

research aimed to evaluate the effects of the addition of microalgae flour (FM, *Schizochytrium sp.*), rich in EPA and DHA, in growing and finishing pigs feeding. In this study, 80 Choice pigs were used for 56 days. The animals were 98 days old, with initial and final average body weight (BW) of  $50.34 \pm 6.47$  kg and  $110.20 \pm 11.57$  kg, respectively. Four diets were prepared, one control without the addition of FM (diet A), and the others with FM inclusions of 0.25% (diet B), 0.40% (diet C) and 0.55% (diet D), which were supplied to the pigs for different periods before slaughter, 21, 42 and 56 days. FM was added to replace the inert ingredient in the diets. The zootechnical performance, qualitative and quantitative parameters of the carcasses, chemical composition, fatty acid profile and EPA and DHA deposition in the Longissimus dorsi muscle of the animals were evaluated. A 3×3+1 factorial arrangement was used, consisting of three concentrations (0.25; 0.40; 0.55%) of FM in the diets and three periods of feeding the diets with flour before slaughter (21, 42 and 56 days), totaling ten treatments. Data were submitted to ANOVA using the PROC MIXED procedure of the SAS statistical program (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) and the means were compared by the Tukey test when differences were observed ( $P < 0.05$ ). It was observed, in general, that the growth performance and the quantitative and qualitative characteristics of the pig carcasses were marginally affected by the diets. Feeding diets containing up to 0.55% FM for up to 56 days before slaughter promoted punctual changes in average daily gain, average daily feed intake and feed conversion in week 4 and in the growing phase, but not in the total period of experiment. Effects of treatments on loin and ham yields were noticed. However, when comparing carcass yields, amount of meat in the carcass, as well as backfat thickness, loin depth and ribeye area, no differences were found. Additionally, there was a difference for the light intensity of the loin (color L), but for all other qualitative variables, and for the contents of dry matter, crude protein, ethereal extract and total fatty acids, no differences were observed as a result of the supply of different diets. Differently, the highest levels of DHA were found in the loin of animals that consumed diets with 0.55% FM for 42 or 56 days, or 0.40% FM for 56 days, results 4 times higher than those presented by pigs fed control diets. The contents of unsaturated and polyunsaturated FA and EPA in the loin were also higher in animals fed diets with 0.55% FM compared to those fed diets with 0.25% FM. It was observed that 1.5 and 2.5 fold increments in EPA + DHA deposition among pigs fed 0.55% FM and animals that received diets with 0.25% FM and the control group, respectively. As for the time of FM supply, it took at least 42 days of consumption of the supplemented diets to verify greater deposition of EPA and DHA in the loin. These results, taken together, demonstrate that FM supplementation to diets for swine, at levels greater than 0.40% and for more than 42 days, are effective in increasing concentrations of EPA and DHA in swine loin. However, it should be noted that the highest deposition of EPA + DHA in the loin verified in this research, 15.59 mg/100 g, observed in animals fed 0.55% FM for 56 days, was less than the minimum value of 40 mg/100g established by the National Health Surveillance Agency (ANVISA, RDC No 54) to consider pork loin as a source of these FA. More studies are needed, with the supply of diets with higher concentrations of FM to obtain pork meat enriched with EPA and DHA, in accordance with ANVISA regulations.

Keywords: Animal nutrition, Omega 3, Pigs, *Schizochytrium sp.*

## 2.1. Introdução

A suinocultura brasileira vem crescendo significativamente nos últimos anos, devido as melhorias e investimentos na cadeia produtiva, como por exemplo, desenvolvimento de técnicas de manejo, melhoramento genético das linhagens e, sobretudo, a nutrição animal (SOUZA, C.S.; 2017).

De acordo com a ABPA (2021) o Brasil produziu 4,436 milhões de toneladas de carne suína, ocupando a posição de 4º maior produtor mundial e é um dos maiores exportadores do ano de 2020, tendo como principal destino países como China e os sul-americanos.

Os investimentos no desenvolvimento da suinocultura nacional partiram da união entre produtores e especialistas da área, buscando inovações genéticas dos rebanhos tornando a carne suína brasileira mais magra e nutritiva (FRIGGI, 2012; SOUZA, C.S., 2017).

A carne é um alimento importante nutricionalmente para o ser humano, e cada vez mais os consumidores têm se mostrado interessados em consumi-la (SOUZA, C.S., 2017). A carne suína tem elevado valor nutricional, possuindo proteínas de alto valor biológico, além de conter minerais como selênio e zinco com alta disponibilidade. Em relação aos teores de lipídeos, a carne suína apresenta aproximadamente 7% de lipídeos totais, sendo 40% de ácidos graxos (AG) saturados, 47% de monoinsaturados e 13% de poli-insaturados (BRIDI & SILVA, 2009).

Visando aumentar o valor nutricional de produtos de origem animal e suas características sensoriais o uso de aditivos nutricionais nas dietas de aves e suínos pode ser uma excelente estratégia. A utilização de fontes de AG como estratégia de enriquecimento em ômega 3 e 6 vem se tornando rotineira na avicultura de postura. Já na suinocultura, fontes de ômega 3 são adicionadas a dietas de porcas em gestação e lactação com o objetivo de melhorar a eficiência reprodutiva das fêmeas (BRANDÃO et al., 2005; BERTOL et al., 2013; SOUZA, C.S., 2017), na alimentação de leitões para melhoria da saúde do leitão (SMITS et al., 2011; TANGHE; DE SMET, 2013) e em dietas para suínos em crescimento e terminação visando o enriquecimento da carne (JATURASITHA, et al., 2002.; MORAN et al., 2018; VOSSSEN et al., 2017).

As microalgas são plantas aquáticas fotossintéticas unicelulares, utilizadas na indústria farmacêutica, alimentícia e na nutrição animal como fonte de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (n-3), incluindo os ácidos eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA), além de serem fontes de proteína, microelementos, vitaminas e antioxidantes (BOSCHINI, 2011; ŚWIĄTKIEWICZ; ARCZEWSKA-WŁOSEK; JÓZEFIAK, 2015). Dentre as algas marinhas, o gênero *Schizochytrium sp.*, pode conter até 48% de DHA do total da gordura (CASTRO, 2018). O DHA é um AG poli-insaturado, do grupo ômega-3, sendo o mais longo e o mais insaturado, portanto, pode ser considerado um dos mais importantes ácidos graxos poli-insaturados. Ele auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares (VOSS et al., 1991), da arteriosclerose, na inibição da vasoconstrição, da agregação plaquetária, de doenças inflamatórias crônicas, da hiperinsulinemia e provavelmente, diabetes mellitus tipo 2, dentre outras patologias (HORNSTRA, 2000; CHRISTOPHERSEN; HAUG, 2011). Também atua no desenvolvimento da membrana do cérebro e retina, sendo importante para mulheres grávidas, que precisam da ingestão suficiente de DHA, especialmente quando a gravidez atinge seu terço final, período em que o desenvolvimento do cérebro e da retina são mais rápidos (HAKIM, 2013).

Os benefícios dos AG da família ômega-3 para o organismo animal e humano e são diversos e importantes (KAHVECI; XU, 2011), sendo o principal meio de obtenção a alimentação. Diante do exposto, o presente estudo visou avaliar a inclusão de um aditivo rico em AG da família ômega 3, especialmente DHA, como a farinha de microalga (FM) *Schizochytrium sp.*, na dieta de suínos em fase de crescimento e terminação, para a melhoria do desempenho e incremento desses ácidos graxos no lombo (*Longissimus dorsi*) dos animais.

## 2.2. Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido no Setor de Suinocultura da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Tanquinho, do Instituto de Zootecnia, em Piracicaba – SP, Brasil. As dietas foram preparadas na fábrica de rações do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, também em Piracicaba – SP, Brasil. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto de Zootecnia (Protocolo no 295-19).

### 2.2.1. Animais e instalações

Foram utilizados 80 suínos (20 machos castrados e 60 fêmeas), divididos em dois lotes de 40 animais cada (10 machos e 30 fêmeas), da linhagem Choice Brazil (Fêmea CG36 x Macho P81), com 98 dias de idade e peso



médio inicial de  $50,34 \pm 6,47$  kg. O experimento teve duração de 56 dias e, ao final, os animais atingiram  $110,20 \pm 11,57$  kg de peso vivo. A divisão em lotes que se sucederam no tempo e a utilização de machos castrados e fêmeas se deram em razão da disponibilidade de animais no Setor de Suinocultura da ESALQ/USP para utilização no experimento. Os tratamentos experimentais e blocos foram homogêneos e distribuídos em ambos os lotes.

Utilizou-se galpão de alvenaria com 80 baias nas dimensões de 1,10 x 2,00 m, com bebedouro individual do tipo chupeta e comedouro do tipo calha individual. A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas durante todo o período experimental utilizando-se três termo-higrômetros digitais (Incoterm 7666.02.0.00) calibrados e distribuídos em pontos equidistantes do galpão. Não houve mortalidade animal durante o período experimental.

## 2.2.2. Tratamentos

Foram elaboradas 4 dietas (Tabela 1), sendo uma controle (dieta A), sem adição de FM, e as demais com inclusões de FM em 0,25% (dieta B), 0,40% (dieta C) e 0,55% (dieta D). A FM foi adicionada em substituição ao ingrediente inerte das rações e tinha a seguinte composição química: 99,0% de matéria seca; 7322 kcal/kg; 9,0% de proteína bruta; 2,0% de fibra bruta; 23% de carboidratos totais; 6,0% de cinzas; 58% de extrato etéreo, dos quais 30% de AG palmítico (C16:0), 1,0% de AG esteárico (C18:0), 16,0% de EPA (C22:5 n-3), 48,0% de DHA (C22:6 n-3) e 5% de outros AG.

As dietas foram compostas principalmente por milho e farelo de soja, formuladas para atender as exigências nutricionais e energéticas de suínos em crescimento (50 aos 75 kg) e em terminação (75 aos 100 kg) de acordo com o NRC (2012), sendo isoproteicas e isoenergéticas em cada uma das fases. As rações foram produzidas quinzenalmente na fábrica de rações do setor de não-ruminantes do departamento de Zootecnia da Esalq/USP, armazenadas em sacos limpos e secos próprios para grãos e transportadas para a estação de pesquisa do IZ. As rações e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Os tratamentos foram arranjados num esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$ , sendo a combinação do fornecimento das dietas B, C e D, que contiveram diferentes teores de FM, por períodos de 56, 42 e 21 dias e a dieta A, sem FM, por 56 dias (Tabela 2). Cada tratamento foi composto por 8 suínos, sendo 6 fêmeas e 2 machos castrados. Os animais dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam durante todo o período experimental de 56 dias as dietas A, B, C e D, respectivamente. Os suínos dos tratamentos T5, T6 e T7 receberam inicialmente a dieta A, e no 15º dia do experimento, 42 dias antes do término, passaram a consumir as dietas B, C e D, respectivamente. Para os tratamentos T8, T9 e 10 os animais receberam inicialmente a dieta A, e no 43º dia, 21 dias antes do término, passaram a consumir as dietas B, C e D.

Foram coletadas amostras de ração de cada tratamento, imediatamente após o preparo das mesmas, ao longo de todo o período experimental, visando analisar o conteúdo de DHA (Tabela 3). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis, identificadas, lacradas e enviadas ao laboratório CBO em Valinhos, São Paulo. O perfil de DHA foi avaliado por esterificação direta conforme método descrito por Oliveira (2008).

### 2.2.3. Características avaliadas

#### 2.2.3.1. Desempenho zootécnico

O desempenho zootécnico dos animais foi avaliado no período total de experimento (1 a 56 dias ou 8 semanas). Os animais, as rações fornecidas e as sobras nos comedouros foram pesadas no início e no final de cada semana, as porções de ração desperdiçadas nas baias e corredor foram recolhidas e pesadas diariamente.

O consumo de ração diário (CDR) e o ganho diário de peso (GDP) foram calculados pelas diferenças entre as quantidades de ração oferecida e não consumida (sobras nos comedouros e ração desperdiçada) e entre os pesos final e inicial dos animais, respectivamente. A conversão alimentar (CA) foi a razão entre CDR e GDP.

#### 2.2.3.2. Avaliação quantitativa nas carcaças

Ao término do experimento de desempenho os animais do lote I foram transportados para o abate em frigorífico comercial (Frigorífico Mirella Ltda na cidade de Cordeirópolis), 58 dias após o início do experimento. Os animais do lote II foram transportados para o abate em frigorífico comercial (Fribal Frigorífico Balancin Ltda na cidade de Santa Bárbara D'Oeste), 59 dias após o início do experimento. Tais diferenças nos períodos de abate ocorreram em razão das disponibilidades dos frigoríficos em receber os animais. O desempenho dos animais nos lotes I e II foram mensurados até o 56º dia de experimento e deste ponto à véspera do abate os animais consumiram suas respectivas dietas experimentais.

Antes de serem transportados, os suínos permaneceram em jejum de sólidos por 12 horas e foram pesados antes do embarque para o registro do peso vivo final antes do abate. No frigorífico, os animais foram insensibilizados por eletronarcose (1,3 A e 240 V por 3 segundos), abatidos por sangria, escaldados, depilados, eviscerados e suas carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente e colocados em câmara fria a 1–2 °C.

As meia-carcaças foram pesadas imediatamente após abate, para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Relacionando-se os pesos vivos dos animais antes do abate e os pesos das carcaças quente, calculou-se o rendimento de carcaça quente (RCQ), seguindo o Método Brasileiro de Avaliação de Carcaças e o método Americano NPPC (1991), indicados por Bridi e Silva (2009).

O pH do músculo *Longissimus dorsi* foi mensurado na carcaça quente, 45 minutos após o abate (pH 45 min) e na carcaça resfriada (pH 24h) após 24 horas na câmara fria, utilizando medidor de pH portátil digital (DM-2P, Digimed, Embu Guaçu, SP, Brasil) (BRIDI & SILVA, 2009).

As meia-carcaças esquerdas de cada animal foram submetidas à avaliação quantitativa, 24 horas após o abate, depois de terem permanecido em câmara fria, permitindo-se obter o peso da carcaça resfriada e estimar as perdas ocorridas durante o período de resfriamento, conforme o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças Suínas (BRIDI & SILVA, 2009). Realizou-se corte transversal no lombo para expor o músculo *Longissimus dorsi* e o toucinho na região da última costela (ponto P2), a seis centímetros da linha dorsal média. Neste ponto, com auxílio de um paquímetro (Mitutoyo, 150mm/6” – 0,02mm/.001”, Suzano/SP/Brasil) foram coletadas as medidas da profundidade de lombo e de espessura de toucinho, e as determinações da área de olho e perímetro de lombo, pelo desenho do músculo em papel vegetal, conforme descrito por BRIDI & SILVA (2009). Para determinação da espessura de toucinho média foram efetuadas medições em outros três pontos: na altura da primeira costela, na altura

da última costela e na altura da última vértebra lombar, na região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar. O comprimento de carcaça foi medido do bordo cranial da sínfese até o bordo crânio ventral do atlas com auxílio de uma fita métrica (ABCS, 1973). O rendimento de carne magra nas carcaças foi estimado conforme proposto por Delc, (2012).

Para análise de rendimento de cortes, as meia-carcaças foram divididas em pernil, paleta, barriga, carré e costela. O pernil foi obtido seccionando-se a articulação entre a última e a penúltima vértebra lombar, perpendicularmente à linha dorsal da carcaça. O pernil foi pesado por completo, com cauda, pata sem unha e sem nenhum retoque na carne e na gordura (ABCS, 1973). A paleta foi obtida por corte entre a segunda e a terceira costela, limitando-se da cartilagem superior da escápula até a articulação rádio-carpo-ulnar. O carré, que se constitui das massas musculares que formam a junção do dorso ao pescoço, foi obtido pela separação das massas musculares das vértebras cervicais (PORK WORLD, 2004). A barriga, corte composto pelas massas musculares, gordura e pele do flanco do suíno, foi obtida pela separação da região do vazio do pernil e do dorso (PORK WORLD, 2004). A costela foi obtida após a retirada da pele e da porção torácica da barriga e da separação da paleta, sendo desmembrada de suas porções torácicas logo abaixo das massas musculares do dorso através do corte à serra (PORK WORLD, 2004). Para calcular o rendimento dos cortes a partir do peso da carcaça fria, utilizou-se as equações apresentadas por ABCS (1973) e PORK WORLD (2004).

### 2.2.3.3. Avaliação qualitativas das carcaças

Para a avaliação qualitativa das carcaças, foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus dorsi*, após 24 horas de refrigeração, da região da última vértebra torácica e da primeira vértebra lombar com aproximadamente 30 cm, no sentido caudal-cranial. As amostras foram divididas em fatias de 2,5 cm de espessura, nas quais foram efetuadas as determinações de perda de água por gotejamento, cor, perda de líquido na cocção, e força de cisalhamento.

Para realização da perda de água por gotejamento as amostras foram pesadas em balança digital de precisão (Gehaka, BG-2000, 0,05g), em seguida foram envoltas por uma rede fina, acondicionadas em sacos plásticos inflados, que foram fechados sob pressão atmosférica e tiveram suas extremidades superiores amarradas com fio. As amostras permaneceram por 48 horas sob refrigeração a 4°C. Após este período, as amostras foram retiradas da geladeira, enxugadas suavemente com toalha de papel e pesadas novamente (BOCCARD et al., 1981). Para o cálculo de perda de água por gotejamento foi usada a seguinte fórmula:

$$\text{Perda de água por gotejamento (\%)} = 100 - (\text{Peso final da amostra} \times 100 / \text{Peso inicial da amostra}).$$

Para determinação da cor, as amostras ficaram expostas ao ar por 20 minutos para permitir a oxigenação da carne. Utilizou-se um colorímetro portátil Minolta, para obtenção dos parâmetros L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul) no sistema CIELAB (MINOLTA, 1998), para cálculo do croma ( $\text{Croma} = (a^*2 + b^*2)^{1/2}$ ) e tonalidade ( $\text{Tonalidade (h)} = \left[ \tan^{-1} \left( \frac{a^*}{b^*} \right) \right]$ ). Para cada variável e amostra foram feitas 3 leituras para obtenção de valores médios, utilizados para os cálculos.

A perda de líquido na cocção foi realizada em bifês, que foram pesados em balança digital (Gehaka, BG-2000, 0,05g) embrulhadas em papel alumínio e permaneceram por 30 minutos em temperatura ambiente antes de serem submetidos à cocção. As amostras foram assadas em chapa de preparo de alimentos (100x50 cm / 4,75mm), a

temperatura média de 170 °C, sem a adição de qualquer condimento até que a temperatura interna atingisse 40 °C. Na sequência, as amostras foram viradas e mantidas na chapa até atingirem a temperatura interna de 71 °C, quando foram retiradas até atingirem a temperatura ambiente. Em seguida as amostras foram embaladas e deixadas por 24 horas em geladeira (2 °C) e foram novamente pesadas. As perdas de líquido na cocção (PLC) foram expressas em porcentagem de água perdida em relação ao peso original da amostra, conforme proposto por Bridi e Silva (2009).

A força de cisalhamento foi realizada por meio de um texturômetro digital (Mecmesin, BFG 500N) acoplado com um probe blade set V (lâmina “V” invertida), sendo considerado o pico de força máximo gerado durante a análise. Para as análises foram utilizadas amostras remanescentes da análise da perda de líquido por cocção, nas quais foram retiradas sub-amostras em forma de paralelepípedo 1 x 1 x 2 cm (altura, largura e comprimento), as quais foram dispostas com a fibra orientada no sentido perpendicular à probe (BOWKER; ZHUANG, 2019). A força (kgf\*cm<sup>2</sup>) de cisalhamento de cada amostra foi a média obtida nas respectivas sub-amostras.

#### **2.2.3.4. Análise química do músculo *Longissimus dorsi***

Para a realização das análises químicas do músculo *Longissimus dorsi* foram utilizadas frações das amostras também utilizadas para as avaliações de qualidade, descritas no item 2.3.3. As análises químicas realizadas foram: matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo acidificado (AOAC, 2006), AG totais e perfil de AG (C8 a C24, com extração do óleo a frio) da gordura.

Para determinação do perfil de AG, as amostras foram liofilizadas, e os lipídios foram extraídos pelo método descrito por Oliveira, 2010. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinados de acordo com o método de Hartman e Lago (1973) com adaptações do método Ce-1b-89 da (AOCS, 2003). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados em cromatógrafo gasoso (GC-2010, Shimadzu, Kyoto, Japão), equipado com uma coluna capilar de sílica fundida SP-2560 (100 m x 0,25 mm diâmetro interno x 0,20 µm espessura de filme - Supelco, Bellefonte, PA, USA), acoplado a um detector de ionização de chama.

A programação de temperatura da coluna utilizada foi ajustada conforme segue: iniciou-se em 140°C a uma taxa de 8°C/min, permanecendo nessa temperatura por 5 minutos, aumentando para 180°C a 4°C/min, e depois, a uma taxa de 20°C/min, atingindo 210°C. A temperatura final foi de 250°C, permanecendo por 7 minutos. A temperatura do injetor e detector também foi de 250°C. O gás hidrogênio foi utilizado como gás de arraste, com velocidade linear de 40 cm/seg. O volume da injeção foi de 1,0 µL no modo split de 1/100. A quantificação dos AG foi realizada através da comparação dos tempos de retenção de cada ácido graxo das amostras e daquelas encontradas no padrão de composição conhecida. As áreas de pico e as porcentagens foram calculadas utilizando um software e expressos em mg de AG/100 g da amostra. Com base nos resultados dos ésteres metílicos de AG foram calculados os somatórios dos AG saturados, AG insaturados, AG monoinsaturados, AG poli-insaturados e a razão AG saturados: AG insaturados.

#### **2.2.4. Delineamento experimental e análise estatística**

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, de acordo com peso e sexo dos animais, em arranjo fatorial 3×3+1, composto de três concentrações (0,25; 0,40; 0,55%) da FM *Schizochytrium* nas dietas e três períodos de fornecimento das dietas com a farinha antes do abate (56, 42 e 21 dias) e o tratamento controle (sem

adição de suplemento). Dessa forma foram avaliados dez tratamentos, com um animal por unidade experimental, oito repetições por tratamento e 80 animais no total.

Efetuiu-se a verificação de dados discrepantes, a avaliação da homogeneidade de variância pelo teste de Hartley e da normalidade dos resíduos pelo teste de Cramer von-Misses. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo PROC MIXED do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) e as médias comparadas pelo teste Tukey quando observadas diferenças ( $P < 0,05$ ). Adicionalmente, efetuou-se avaliações por contrastes ortogonais para comparações do tratamento controle individualmente com os demais tratamentos. Os efeitos das dietas foram considerados fixos e dos blocos aleatórios no modelo.

## **2.3. Resultados**

### **2.3.1. Desempenho zootécnico**

Não houve diferenças no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar entre os animais submetidos as dietas com diferentes concentrações de FM por diferentes períodos (Tabela 4).

### **2.3.2. Análise quantitativa e qualitativa nas carcaças**

Para as variáveis quantitativas e qualitativas de carcaça (Tabelas 5 e 6) observou-se interação entre os fatores em estudo no rendimento de lombo (RELO). Os suínos alimentados com 0,55% de FM por 21 dias tiveram maior ( $P < 0,05$ ) RELO do que os animais que receberam as dietas com o produto nas concentrações de 0,25 e 0,40% pelo mesmo período e do que aqueles que receberam a dieta com 0,55%, porém por 56 dias.

Houve interação entre rendimento de pernil e a cor L do lombo dos animais alimentados com FM por 42 foi maior ( $P < 0,05$ ) em relação aos suínos que receberam dietas com FM de microalgas por 21 dias, e ambos não diferiram dos animais suplementados por 56 dias de suplementação, e foram mais eficientes para a variável analisada (Tabela 5).

As perdas por resfriamento nas carcaças dos animais T2, T5, T8, T3, T4 e T10 foram maiores ( $P < 0,05$ ) do que as dos suínos do grupo controle, porém não interferiram no rendimento de carcaça. Para as demais variáveis de carcaça não foram observadas quaisquer diferenças em funções dos tratamentos.

### **2.3.3. Composição química da carne**

Os teores de matéria seca, proteína bruta, ácidos graxos totais e extrato etéreo das amostras de lombo não diferiram em razão dos tratamentos aos quais os suínos foram submetidos (Tabela 7).

### 2.3.4. Perfil de ácidos graxos e deposição de EPA e DHA no músculo *Longissimus dorsi*

Houve interação entre o período de fornecimento e a concentração de FM nas dietas (Tabela 8) para os perfis dos AG miristoléico ( $P < 0,043$ ) e DHA ( $P < 0,011$ ). O teor do AG miristoléico na gordura do lombo dos animais que receberam a dieta com 0,40% de FM por 21 dias antes do abate foi superior em relação aos suínos que receberam as dietas com FM em 0,25 e 0,55% pelo mesmo período. Nos demais períodos de fornecimento, 56 e 42 dias, não se verificou diferenças entre os animais submetidos as dietas com diferentes concentrações de FM.

Com relação ao teor de DHA na gordura do lombo, verificou-se diferença em virtude das concentrações de FM nas dietas nos períodos de fornecimento de 56 e 42 dias, porém não com 21 dias. Nos 56 dias de fornecimento, os animais que receberam as dietas com 0,40 e 0,55% de FM apresentaram teores de DHA similares, porém superiores ( $P < 0,05$ ) aos animais alimentados com 0,25% de FM. Já no fornecimento por 42 dias, verificou-se que os suínos submetidos a dieta com 0,55% de FM tiveram maiores ( $P < 0,05$ ) teores de DHA do que os alimentados com 0,40 e 0,25%, que não diferiram. Ou seja, o teor de DHA na gordura do lombo dos animais foi aumentado em razão das dietas somente em períodos de fornecimento de 42 e 56 dias.

As concentrações de FM nas dietas promoveram diferenças nos teores de alguns AG nos lipídeos do lombo (Tabela 8). Os animais que receberam as dietas com 0,55% de FM tiveram maiores ( $P < 0,05$ ) teores de AG linoleico e poli-insaturados do que os suínos submetidos às dietas com 0,40 e 0,25% de FM, que não diferiram. De forma diferente, o consumo das dietas com 0,40 e 0,55% de FM fizeram com que os animais apresentassem teores similares dos AG palmitoleico, araquidíco e EPA, mas superiores aos dos animais que receberam as dietas com 0,25% de FM. Já as maiores concentrações dos AG esteárico e AG totais saturados foram observadas nos suínos submetidos as dietas com 0,25% de FM, enquanto os demais não diferiram. Os animais que receberam as dietas com 0,55% de FM apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) concentrações de AG insaturados totais e de AG das famílias ômega 3 e 6 comparativamente aos suínos que consumiram as dietas com 0,25% de FM, e ambos não diferiram dos animais alimentados com 0,40% de FM.

Nas comparações entre os animais que receberam as dietas com FM e os suínos do grupo controle, verificou-se que os animais do T7 (0,40% FM por 21 dias) tiveram maior ( $P < 0,05$ ) teor de AG miristoléico e os suínos T5 (0,40% FM por 56 dias), T8 (0,55% FM por 56 dias), T6 (0,40% FM por 42 dias), T9 (0,55% FM por 42 dias), T7 (0,40% FM por 21 dias) e T10 (0,55% FM por 21 dias) apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) concentrações de DHA na gordura do lombo do que os animais controle.

No que diz respeito aos efeitos da FM sobre as deposições de EPA, DHA e EPA + DHA em mg por 100 g de lombo (Tabela 9), observou-se resultados alinhados com o perfil de AG na gordura do lombo. Os suínos que receberam as dietas com 0,55% de FM apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) teores de EPA do que os suínos submetidos às dietas com 0,40 e 0,25% de FM, que não diferiram. Por outro lado, o consumo das dietas com 0,40 e 0,55% de FM fizeram com que os animais apresentassem deposições de DHA e EPA + DHA, expressos em base seca, similares, entretanto superiores ( $P < 0,05$ ) aos dos animais que receberam as dietas com 0,25% de FM. Já os animais que receberam as dietas com 0,55% de FM apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) deposições DHA na matéria natural do lombo em comparação aos suínos que consumiram as dietas com 0,25% de FM, e ambos não diferiram dos animais alimentados com 0,40% de FM.

Houve, também, efeito do período de fornecimento sobre as deposições de EPA e DHA (Tabela 11). Os suínos que consumiram as dietas com FM por 42 e 56 dias apresentaram teores similares de DHA e EPA + DHA,

em base seca e na matéria natural, no entanto superiores ( $P < 0,05$ ) às dos animais cujo consumo de FM se deu por somente 21 dias.

Os animais que consumiram as dietas com 0,55% de FM por 42 ou 56 dias apresentaram maiores ( $P < 0,05$ ) deposições de DHA e EPA + DHA no lombo do que os suínos do grupo controle (Tabela 11). O mesmo efeito foi observado para os animais que consumiram 0,40% de FM por 56 dias, mas não para os que receberam FM por 42 ou 21 dias. De modo diferente, não houve maior deposição de DHA ou de EPA + DHA pelos animais alimentados com 0,25% de FM, em qualquer período de fornecimento de FM, em relação ao controle. As deposições de EPA em base seca foram aumentadas ( $P < 0,05$ ) nos animais submetidos a dieta com 0,55% de FM por 56, 42 e 21 dias comparativamente aos animais controle, ao passo que nos suínos alimentados com as dietas com menores teores de FM o mesmo efeito não foi observado.

## 2.4. Discussão

No presente estudo buscou-se encontrar a combinação de concentração dietética de FM e tempo de fornecimento das dietas para suínos em crescimento e terminação, que proporcionasse enriquecimento da carne suína em AG da família ômega 3, especialmente EPA e DHA. Também foi objetivo desta pesquisa avaliar se o consumo destas dietas teria efeitos sobre o desempenho zootécnico e características qualitativas e quantitativas da carcaça dos animais.

Observou-se, de forma geral, que o desempenho zootécnico e as características quantitativas e qualitativas das carcaças dos suínos foram minimamente afetadas pelas dietas. Ou seja, o fornecimento de rações contendo até 0,55% de FM por até 56 dias antes do abate não promoveram mudanças no GDP, CDR e CA. Com relação as características quantitativas de carcaça, percebeu-se efeitos dos tratamentos sobre os rendimentos de lombo e de pernil. Todavia, ao compararmos os rendimentos de carcaça, quantidade de carne na carcaça, assim como espessura de tocinho, profundidade de lombo e área de olho de lombo, não foram verificadas diferenças. Adicionalmente, verificou-se diferença para intensidade luminosa do lombo (cor L), porém para todas as demais variáveis qualitativas, e para os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e ácidos graxos totais, não foram observadas quaisquer diferenças pelo fornecimento das diferentes dietas.

A ausência de diferenças no desempenho zootécnico dos animais, assim como na maior parte das características de carcaça, se deve provavelmente ao fato de que as inclusões de FM foram baixas, não provocando mudanças significativas na composição nutricional das dietas. Se considerarmos o teor de 7322 kcal/kg de energia bruta e 9% de proteína bruta da FM e sua inclusão em 0,55%, o incremento de energia bruta na dieta comparativamente a dieta sem FM foi de aproximadamente 0,5% e o de proteína praticamente nulo. Ou seja, as alterações de energia e proteína decorrentes da inclusão de FM foram muito baixas, insuficientes para ocasionar diferenças no desempenho e composição de carcaça dos animais. Resultados similares foram observados em outras pesquisas em que foram avaliadas a suplementação de diferentes fontes de AG ômega 3 para suínos sobre o desempenho zootécnico (KOUBA et al., 2003; GUILLEVIC; KOUBA; MOUROT, 2009; MORAN et al., 2018; TONNAC; MOUROT, 2018) e características de carcaça (GUILLEVIC; KOUBA; MOUROT, 2009; DELLA CASA et al., 2010; OKROUHLÁ et al., 2013; TONNAC; KARIM-LUISSET; MOUROT, 2017).

De forma distinta, observou-se efeitos importantes dos teores de FM nas dietas e do período de fornecimento para o perfil de AG e deposição de AG no lombo. Verificou-se os maiores teores de DHA na gordura

do lombo dos animais que consumiram as dietas com 0,55% de FM por 42 ou 56 dias, ou 0,40% de FM por 56 dias, resultados 4 vezes superiores aos apresentados pelos animais controle. Os teores de EPA e AG insaturados e poli-insaturados na gordura do lombo foram também superiores nos animais alimentados com as dietas com 0,55% de FM em relação àqueles submetidos as dietas com 0,25% de FM. Os mesmos efeitos foram constatados para as deposições de EPA, DHA e EPA + DHA no lombo. Observou-se que os incrementos na deposição de EPA + DHA entre os suínos alimentados com 0,55% de FM e os animais que receberam as dietas com 0,25% de FM e do grupo controle foram de 1,5 e 2,5 vezes, respectivamente. Quanto ao tempo de fornecimento da FM, ficou evidente que são necessários ao menos 42 dias de consumo das dietas suplementadas para se verificar maiores deposições de EPA e DHA no lombo. Estes resultados, em conjunto, demonstram que a suplementação de FM a dietas para suínos, em teores superiores a 0,40% e por mais de 42 dias, são efetivas em aumentar as concentrações de EPA e DHA no lombo de suínos, conforme também demonstrado em algumas pesquisas (KALBE et al., 2019; MORAN et al., 2018a, 2018b; VOSSSEN et al., 2017).

No entanto, é preciso destacar que a maior deposição de EPA + DHA no lombo verificada na presente pesquisa, 15,59 mg/100 g observada nos animais alimentados com 0,55% de FM por 56 dias, foi inferior ao valor mínimo de 40 mg/100g estabelecida na RDC nº 54 da Anvisa para se considerar o lombo suíno como fonte dos referidos AG, ainda que não estejam estabelecidos na normativa quais são os cortes e/ou músculos objeto da avaliação. Para se entender este resultado é preciso considerar que o teor e a composição da gordura, em termos quantitativos como qualitativos, são influenciadas por aspectos inerentes ao animal, como os tipos e localização de depósitos de gordura e a adiposidade do próprio animal, e a fatores extrínsecos, basicamente a composição da dieta oferecida aos suínos (BERTOL, 2019).

Inicialmente, considerando a gordura corporal de suínos, é possível identificar três tipos de depósitos ou tecidos adiposos: subcutâneo, intermuscular e gordura interna. A gordura subcutânea corresponde a aproximadamente 65%, a intermuscular associada a tecidos conectivos a 30% e a gordura interna, presente principalmente nos intestinos e rins, corresponde a 5% do total de tecido adiposo (MOURROT e HEMIER, 2001). Há ainda, a gordura intramuscular, que não é visível e separável, porém representando pequena fração da gordura total em suínos, variando de 1,3% no músculo *Longissimus dorsi* a 3,5% no músculo *Semitendinosus* (Rabbot et al., 1996). Vale também frisar que há diferenças no perfil de AG entre os diferentes tipos de gordura nos suínos. Observa-se maiores teores de AG saturados nas camadas de gorduras mais externas em relação as mais internas, incluindo a intramuscular (WARNANTS; VAN OECKEL; BOUCQUÉ, 1998; BERTOL et al., 2013; BERNANDI, A. C. et al., 2016).

Na presente pesquisa optou-se por efetuar as determinações de perfil de AG e deposição de EPA e DHA em amostras de lombo, que passaram por toaleta para remoção da capa de gordura (gordura subcutânea) em excesso. Tais procedimentos foram tomados em parte pelo lombo ser o principal corte suíno e também pelo consumidor, em geral, preferir consumir carne suína com pouca gordura. Buscou-se avaliar amostra o mais representativa possível daquilo demandado pelo consumidor final. Porém, conforme visto, o teor de gordura intramuscular do lombo é bastante reduzido e a gordura externa foi em sua maior parte removida, pontos que auxiliam no entendimento de deposição de EPA + DHA inferior a 40 mg/100 g de lombo mesmo nos animais alimentados com FM a 0,55% por 56 dias. Possivelmente, a amostragem de outros músculos com maiores teores de gordura intramuscular ou a não remoção da capa de gordura do lombo proporcionariam a verificação de maiores deposições de EPA e DHA nas amostras.



Em trabalhos que também efetuaram a determinação de AG em amostras de músculo sem excesso de gordura externa também foram verificados teores de EPA + DHA inferiores a 40 mg / 100 g de músculo (VOSSSEN et al., 2017; MORAN et al., 2018a, 2018b). Contudo, quando se fez a determinação de DHA em amostra de gordura subcutânea de suínos alimentados com dieta contendo 0,25, 0,50 e 1% de FM, verificou-se deposição de 192 a 305 mg de DHA / 100g de amostra (MORAN et al., 2018a, 2018b), evidenciando o efeito do tipo de amostra sobre a deposição de AG nos tecidos. Cabe mencionar que apesar da gordura subcutânea conter maior teor de AG saturados do que de insaturados, com DHA, do que a gordura intramuscular a concentração de lipídeos no tecido adiposo subcutâneo é muito superior à de gordura intramuscular em suínos.

Com relação aos fatores ligados às dietas sobre perfil e deposição de AG nos tecidos, constatou-se que conforme aumenta-se o fornecimento da fonte de AG promove-se incremento em sua deposição nos tecidos. Nos trabalhos em que se testou inclusões entre 0,25 e 1,2% de FM em dietas para suínos e avaliou-se EPA e DHA na gordura intramuscular, não foram obtidos teores superiores a 40 mg de EPA + DHA / 100 g de tecido (VOSSSEN et al., 2017; MORAN et al., 2018a, 2018b), do mesmo modo que observado no presente estudo. Entretanto, na pesquisa de Kalbe et al. (2019) incluiu-se 5% de FM em dieta para suínos em terminação e observou-se 97,45 mg de DHA e 38,06 mg de EPA / 100 g do músculo *Longissimus thoracis*. Este resultado indica que a suplementação de FM em elevadas teores pode proporcionar efetivo enriquecimento da carne suína em EPA e DHA, de modo a considerá-la fonte destes AG.

## Referências

- ABCS. Produção de Suínos, Teoria e Prática. 1. ed. Brasília/DF. Quality. 908 p.; 2014.
- ABCS. Métodos brasileiro de classificação de carcaças. ABCS Associação brasileira de criadores de suínos. Estrela/RS; 1973.
- ABPA. Relatório Anual da Associação brasileira de proteína animal. São Paulo. 75p; 2021.
- AOAC International. 2006. Official methods of analysis. 17 ed. AOAC Int., Washington, DC.
- AOAC International. 2003. Official methods and recommended practices of the American oil Chemists' Society. 2 ed. AOAC Int., Washington, DC.
- BRANDÃO, P A.. Et al. Revisão bibliográfica ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. Agropecuária Técnica, v. 26, n. 1, p. 5–14, 2005.
- BERTOL, T. M. et al. Effects of genotype and dietary oil supplementation on performance, carcass traits, pork quality and fatty acid composition of backfat and intramuscular fat. Meat Science, v. 93, n. 3, p. 507–516, mar. 2013.
- BERTOL, T. M. Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína. Embrapa., Brasília, DF., 2019].
- BEZERRA, B. M. O. et al. Suplementação com óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados na dieta de leitões na fase de creche: efeitos no desempenho, na resposta inflamatória, no perfil lipídico e no “status” oxidativo. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 72, n. 3, p. 1009–1016, maio 2020.
- BOCCARD, R. et al. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the commission of the European communities' (CEC) beef production research programme. Livestock Production Science, v. 8, n. 5, p. 385–397, out. 1981.

- BOSCHINI, C. Antioxidantes na dieta de frangos de corte - Dissertação de Mestrado. Pelotas/RS: 2011.
- BOWKER, B.; ZHUANG, H. Detection of razor shear force differences in broiler breast meat due to the woody breast condition depends on measurement technique and meat state. *Poultry Science*, v. 98, n. 11, p. 6170–6176, nov. 2019.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 1, p. 98–104, jan. 2002.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. Avaliação da carne suína. 1 ed. Midigraft. Londrina/PR: 2009.
- CASTRO, F. F. Ácido Docosahexaenoico (DHA) em dietas para porcas em gestação e lactação – Dissertação de Mestrado. Jaboticabal/SP, 2018.
- CHRISTOPHERSEN, O. A.; HAUG, A. Animal products, diseases and drugs: a plea for better integration between agricultural sciences, human nutrition and human pharmacology. *Lipids in Health and Disease*, v. 10, n. 1, p. 16, 2011.
- SOUZA, C. S. Utilização de misturas de óleos vegetais na ração de suínos em terminação – Dissertação de Mestrado. Macaíba/RN: 2017.
- BERNANDI, A. C., A. C. et al. Enhancing Nutrient Use Efficiency Using Zeolites Minerals—A Review. *Advances in Chemical Engineering and Science*, v. 06, n. 04, p. 295–204, 2016.
- TONNAC, A.; KARIM-LUISSET, S.; MOUROT, J. Effect of different dietary linseed sources on fatty acid composition in pig tissues. *Livestock Science*, v. 203, p. 124–131, 1 set. 2017.
- TONNAC, A.; MOUROT, J. Effect of dietary sources of n-3 fatty acids on pig performance and technological, nutritional and sensory qualities of pork. *Animal*, v. 12, n. 7, p. 1527–1535, 1 jul. 2018.
- DECKELBAUM, R. J.; WORGALL, T. S.; SEO, T. n-3 Fatty acids and gene expression. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 83, n. 6, p. 1520S-1525S, 1 jun. 2006.
- DELIC. Decisión de Ejecución de la Comisión de 12 de julio de 2012 que modifica la Decisión 2009/11/CE relativa a la autorización de métodos de clasificación de las canales de cerdo en España (2012/384/UE). *Diario Oficial de la Unión Europea*, 14.7.2012, L186-32/L186-35. [s.l: s.n.].
- DELLA CASA, G. et al. Performance and fat quality of heavy pigs fed maize differing in linoleic acid content. *Meat Science*, v. 84, n. 1, p. 152–158, jan. 2010.
- DUGAN, M. E. R. et al. Pork as a source of omega-3 (n-3) fatty acids. *Journal of Clinical Medicine* MDPI, 16 dez. 2015.
- FAVERO, J. A. Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno. Congresso latino americano de suinocultura. *Porkword*, p. 57–66, 2002.
- FRIGGI, C. A. Determinação multiclasse de resíduos de agrotóxicos e medicamentos veterinários em carnes empregando LC-MS/MS. Santa Maria/RS: 2012.
- FSA. McCance and Widdowson's the composition of foods. . (Food Standards Agency, Ed.) McCance and Widdowson's the composition of foods. 6th ed. *Nutrition Bulletin*. Cambridge. 537p. . Anais...Cambridge: 6th ed. *Nutrition Bulletin*, 2002.
- GJERLAUG-ENGER, E. et al. Pig feeds rich in rapeseed products and organic selenium increased omega-3 fatty acids and selenium in pork meat and backfat. *Food Science and Nutrition*, v. 3, n. 2, p. 120–128, 1 mar. 2015.

- GUILLEVIC, M.; KOUBA, M.; MOUROT, J. Effect of a linseed diet on lipid composition, lipid peroxidation and consumer evaluation of French fresh and cooked pork meats. *Meat Science*, v. 81, n. 4, p. 612–618, abr. 2009.
- HAKIM, A. R. THE POTENTIAL OF HETEROTROPHIC MICROALGAE (*Schizochytrium* sp.) AS A SOURCE OF DHA. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, v. 7, n. 1, p. 29, 23 maio 2013.
- HORNSTRA, G. Essential fatty acids in mothers and their neonates. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 71, n. 5, p. 1262S-1269S, 1 maio 2000.
- HOWE, P. et al. Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition*, v. 22, n. 1, p. 47–53, jan. 2006.
- JATURASITHA, S. et al. A Comparative Study of Thai Native Chicken and Broiler on Productive Performance, Carcass and Meat Quality. *Deutscher Tropentag. Conference on International Agricultural Research for Development*. Witzzenhausen; 2002.
- KAHVECI, D.; XU, X. Repeated hydrolysis process is effective for enrichment of omega 3 polyunsaturated fatty acids in salmon oil by *Candida rugosa* lipase. *Food Chemistry*, v. 129, n. 4, p. 1552–1558, dez. 2011.
- KALBE, C. et al. Effects of long-term microalgae supplementation on muscle microstructure, meat quality and fatty acid composition in growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 103, n. 2, p. 574–582, 1 mar. 2019.
- KOUBA, M. et al. Effect of a high-linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pig. *Journal Animal. Science*. 1967-79 p. 2003.
- LIZARDO, R. et al. A nutritional model of fatty acid composition in the growing-finishing pig. *Livestock Production Science*, v. 75, n. 2, p. 167–182, jun. 2002.
- MARRIOTT, N. G. et al. Performance characteristics and fatty acid composition of pigs fed a diet with docosahexaenoic acid. *Journal of Muscle Foods*, v. 13, n. 4, p. 265–277, dez. 2002.
- MICHA, R. et al. Global, regional, and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: A systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys. *The BMJ*, v. 348, 15 abr. 2014.
- MORAN, C. A. et al. Dietary supplementation of finishing pigs with the docosahexaenoic acid-rich microalgae, *Aurantiochytrium limacinum*: effects on performance, carcass characteristics and tissue fatty acid profile. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 31, n. 5, p. 712–720, 1 maio 2018a.
- MORAN, C. A. et al. Effects of a DHA-rich unextracted microalgae as a dietary supplement on performance, carcass traits and meat fatty acid profile in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 102, n. 4, p. 1026–1038, ago. 2018b.
- NATACCI, L. et al. Omega 3 consumption and anxiety disorders: A cross-sectional analysis of the brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). *Nutrients*, v. 10, n. 6, 1 jun. 2018.
- OKANOVIĆ, D., et al. Influence of linseed enriched diet on omega-3 fatty acids content in pork. *Krmiva* 52, 225-231 p., 2010.
- OKROUHLÁ, M. et al. Effect of dietary linseed supplementation on the performance, meat quality, and fatty acid profile of pigs. *Czech Journal of Animal Science*, v. 58, n. 6, p. 279–288, 2013.
- OLIVEIRA, D.D. Fontes de lipídeos na dieta de poedeiras: efeito sobre a produção e o perfil de ácido graxos na gema. Tese (doutorado) UFMG. p. 49. 2008.

- PLOURDE, M.; CUNNANE, S. C. Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 32, n. 4, p. 619–634, ago. 2007.
- PORK WORD. Manual de cortes de carne suína. *Animal world*. São Paulo., v. 3, 2004.
- ROSSI, R. et al. Recent advances in the use of fatty acids as supplements in pig diets: A review *Animal Feed Science and Technology*, 25 nov. 2010.
- SALEM, N.; EGGERSDORFER, M. Is the world supply of omega-3 fatty acids adequate for optimal human nutrition? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, v. 18, n. 2, p. 147–154, mar. 2015.
- SIMOPOULOS, A. P. Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 70, n. 3, p. 560s–569s, 1 set. 1999.
- SMITS, R. J. et al. Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing n-3 fatty acids from fish oil. *Journal of Animal Science*, v. 89, n. 9, p. 2731–2738, 1 set. 2011.
- STANSBY, M. E. Flavors and odors of fish oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v. 48, n. 12, p. 820–823, dez. 1971.
- SVENNERHOLM, L.; VANIER, M. T. Lipid and fatty acid composition of human cerebral myelin during development. *Advances in experimental medicine and biology*, v. 100, p. 27–41, 1978.
- ŚWIĄTKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WŁOSEK, A.; JÓZEFIAK, D. Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v. 71, n. 4, p. 663–672, 1 dez. 2015.
- TANGHE, S.; DE SMET, S. Does sow reproduction and piglet performance benefit from the addition of n-3 polyunsaturated fatty acids to the maternal diet? *The Veterinary Journal*, v. 197, n. 3, p. 560–569, set. 2013.
- VOSS, A. et al. The metabolism of 7,10,13,16,19-docosapentaenoic acid to 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid in rat liver is independent of a 4-desaturase. *Journal of Biological Chemistry*, v. 266, n. 30, p. 19995–20000, out. 1991.
- VOSSSEN, E. et al. Production of docosahexaenoic acid (DHA) enriched loin and dry cured ham from pigs fed algae: Nutritional and sensory quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 119, n. 5, 2017.
- WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; BOUCQUÉ, CH. V. Effect of incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. *Meat Science*, v. 49, n. 4, p. 435–445, ago. 1998.

Tabela 1. Composições centesimal e química das dietas para suínos nas fases de crescimento (50 – 75 kg) e de terminação (75 – 100 kg).

Ingredientes (% na dieta)	Dietas							
	Crescimento				Terminação			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Milho		77,236				78,540		
Farelo de Soja		17,000				13,000		
Farelo de Trigo		2,500				5,500		
Fosfato Bicálcico		0,740				0,550		
Calcário		1,050				0,980		
L-Lisina		0,313				0,280		
DL-Metionina		0,066				0,040		
L-Treonina		0,081				0,070		
L-Triptofano		0,002				0,000		
Premix Vitamínico		0,075 <sup>a</sup>				0,100 <sup>b</sup>		
Premix Mineral		0,100 <sup>c</sup>				0,150 <sup>d</sup>		
Sal		0,250				0,250		
Vitamina E		0,037				0,037		
Inerte	0,550	0,300	0,150	0,000	0,510	0,260	0,110	0,000
Farinha de Microalgas	0,000	0,250	0,400	0,5500	0,000	0,250	0,400	0,550
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição Calculada								
Energia líquida, Mcal.kg <sup>-1</sup>		2,47				2,47		
Proteína bruta, %		14,93				13,59		
Lis DIE <sup>e</sup> , %		0,85				0,73		
Met + Cis DIE, %		0,48				0,42		
Thr DIE, %		0,52				0,46		
Val DIE, %		0,61				0,54		
Leu DIE, %		1,19				1,10		
Ile DIE, %		0,51				0,45		
Cálcio, %		0,59				0,52		
Fósforo DTE <sup>f</sup> , %		0,27				0,24		
Ca: P DTE		2,16				2,17		

a Quantidade por kg de dieta: Se como selenito de sódio, 0,225 mg; vitamina A como acetato de retinol, 4875 UI; vitamina D3 como colecalciferol, 1125 UI; vitamina E como DL-alfa tocoferol, 27 UI; vitamina K3 como bissulfito de nicotinamida de menadiona 2,06 mg; tiamina como mononitrato de tiamina, 0,825 mg; riboflavina, 2,63 mg; piridoxina como cloridrato de piridoxina, 15 mg; vitamina B12, 0,015 mg; ácido fólico, 2,85 mg; ácido pantotênico como pantotenato de D-cálcio, 9,75 mg; niacina, 21 mg; biotina, 0,075 mg; b Quantidade por kg de dieta: Se como selenito de sódio, 0,3 mg; vitamina A como acetato de retinol, 6500 UI; vitamina D3 como colecalciferol, 1500 UI; vitamina E como DL-alfa tocoferol, 36 UI; vitamina K3 como bissulfito de nicotinamida de menadiona 2,75 mg; tiamina como mononitrato de tiamina, 1,1 mg; riboflavina, 3,5 mg; piridoxina como cloridrato de piridoxina, 20 mg; vitamina B12, 0,02 mg; ácido fólico, 3,8 mg; ácido pantotênico como pantotenato de D-cálcio, 13 mg; niacina, 28 mg; biotina, 0,1 mg; c Quantidade por kg de dieta: Fe como sulfato de ferro, 100 mg; Cu como sulfato de cobre, 13 mg; Mn como monóxido de manganês, 50 mg; Zn como sulfato de zinco, 97 mg; I como iodato de cálcio, 1 mg; d Quantidade por kg de dieta: Fe como sulfato de ferro, 150 mg; Cu como sulfato de cobre, 19,5 mg; Mn como monóxido de manganês, 75 mg; Zn como sulfato de zinco, 145,5 mg; I como iodato de cálcio, 1,5 mg; e DIE – Digestível ileal estandardizado; f DTE – Digestível total estandardizado.

Tabela 2. Esquema dos tratamentos, pelo fornecimento das dietas experimentais por diferentes períodos.

Tratamentos	Tempo até o abate (dias)							
	56	49	42	35	28	21	15	7
T1 (Controle)	A	A	A	A	A	A	A	A
T2 (0,25/56d)	B	B	B	B	B	B	B	B
T3 (0,25/42d)	A	A	B	B	B	B	B	B
T4 (0,25/21d)	A	A	A	A	A	B	B	B
T5 (0,40/56d)	C	C	C	C	C	C	C	C
T6 (0,40/42d)	A	A	C	C	C	C	C	C
T7 (0,40/21d)	A	A	A	A	A	C	C	C
T8 (0,55/56d)	D	D	D	D	D	D	D	D
T9 (0,55/42d)	A	A	D	D	D	D	D	D
T10 (0,55/21d)	A	A	A	A	A	D	D	D

Tabela 3. Teores recuperados de farinha de microalgas (FM, Schizochytrium sp.) e do ácido graxo docosaenoico (DHA) nas dietas de crescimento e terminação

Dietas	Fase de Crescimento		Fase de Terminação	
	DHA, %	FM, %	DHA, %	FM, %
A	0,00	0,00	0,00	0,00
B	0,06	0,20	0,06	0,20
C	0,09	0,33	0,11	0,40
D	0,13	0,48	0,16	0,57

Tabela 4. Peso vivo (PV), ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C), 0,25, 0,40 e 0,55%, de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), 21, 42 e 56 dias, nas fases de crescimento e terminação.

Item	Tratamentos										EPM	Valores de P		
	T1	T2	T5	T8	T3	T6	T9	T4	T7	T10		P*C	P	C
	Período de fornecimento (Dias)													
	Controle	56			42			21						
Farinha de microalgas nas dietas (%)														
	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55					
PV inicial, kg	50,3	50,5	49,9	50,2	50,1	50,1	51,1	51,2	50,2	49,8	2,37	0,993	0,991	0,970
Período total - 1 a 56 dias														
PV, kg	110,5	110,1	110,1	108,7 <sup>†</sup>	110,0	109,6	109,4 <sup>†</sup>	111,3	109,9	109,7	4,1	0,498	0,658	0,642
GDP, g/d	1013	1026	1031	1082	1022	932	1053	1118	1062	989	51,7	0,066	0,210	0,333
CDR, g/d	2767	2908	2998	2782	2824	2705	2877	3005	3036	2987	186,3	0,555	0,085	0,930
CA	2,78	2,74	2,88	2,56	2,75	2,89	2,71	2,70	2,88	2,96	0,11	0,152	0,288	0,083

EPM=Erro padrão da média; médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey (P<0.05).

<sup>†</sup>Os valores são LSMEANS de 8 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental composta por três animais.

<sup>‡</sup>Diferente do controle pelo teste de contraste ortogonal (P<0,05).

Tabela 5. Pesos de carcaça quente (PCC) e fria (PCF), perda por resfriamento (PRESF), rendimentos de carcaça quente (RCQ), de carne na carcaça resfriada (RCCR), quantidade de carne na carcaça resfriada (QCCR), rendimentos de pernil (REPE), de carré (RECA), de costela (RECO), de barriga (REBA), de lombo (RELO), de paleta (REPA), comprimento de carcaça (COMPC), espessuras de toicinho na primeira vértebra torácica (ET1), na última vértebra torácica (ET2); na última vértebra lombar (ET3) e no ponto P2 (ET4), área de olho de lombo (AOL), e profundidade de lombo (PL) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação

Item	Tratamentos										Valores de P			
	T1	T2	T5	T8	T3	T6	T9	T4	T7	T10				
	Período de fornecimento (Dias)													
	56			42				21						
Controle	Farinha de microalgas nas dietas (%)													
	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55					
PCC, kg	87,13	88,88	92,03	82,46	88,08	87,00	88,35	88,78	88,51	86,31	3,64	0,198	0,999	0,141
PCF, kg	85,35	86,62	89,19	80,82	86,03	84,43	86,43	86,18	86,66	84,27	3,52	0,231	0,998	0,216
PRESF, %	1,62	2,58†	2,43†	2,69†	2,34†	2,03	2,07	2,61†	2,12	2,62†	0,28	0,855	0,108	0,247
RCQ, %	78,90	80,17	79,52	79,94	79,74	81,16	79,03	79,72	79,69	79,48	1,03	0,623	0,892	0,681
RCCR, %	57,45	57,79	56,51	57,54	56,23	57,89	57,45	55,62	55,75	57,11	1,09	0,429	0,200	0,445
QCCR, kg	49,10	48,10	48,38	50,70	48,39	50,16	49,88	48,53	48,06	46,09	1,73	0,222	0,135	0,822
REPE, %	29,88	29,24 <sup>ab</sup>	29,44 <sup>ab</sup>	28,91 <sup>ab</sup>	29,66 <sup>a</sup>	29,95 <sup>a</sup>	29,98 <sup>a</sup>	28,09 <sup>b</sup>	27,46 <sup>b</sup>	30,01 <sup>b</sup>	1,14	0,155	0,048	0,350
RECA, %	21,61	20,47	19,60	19,89	20,99	20,54	20,49	20,45	20,47	21,27	1,30	0,768	0,653	0,240
RECO, %	16,10	15,71	16,26	15,70	16,29	15,95	16,11	15,20	16,21	16,11	1,74	0,621	0,751	0,594
REBA, %	11,36	11,59	11,71	11,41	12,28	11,59	11,83	11,84	11,90	11,61	0,82	0,874	0,624	0,717
RELO, %	11,15	10,18 <sup>bc</sup>	10,63 <sup>ab</sup>	9,95 <sup>c</sup>	10,58 <sup>ab</sup>	10,51 <sup>ab</sup>	10,70 <sup>ab</sup>	10,48 <sup>bc</sup>	10,21 <sup>bc</sup>	11,31 <sup>a</sup>	0,97	0,005	0,061	0,370
REPA, %	18,33	17,99	18,35	17,46	18,33	18,32	18,56	17,42	17,47	18,95	0,73	0,090	0,341	0,523
COMPC, cm	84,43	85,38	85,31	85,31	83,50	85,88	84,39	86,92	85,25	83,99	1,16	0,188	0,510	0,465
ET1, mm	36,50	36,25	37,25	38,00	37,63	36,75	39,38	36,13	39,00	34,42	2,36	0,474	0,693	0,824
ET2, mm	25,50	23,40	22,25	24,50	23,88	24,38	24,38	20,09	25,63	22,38	1,62	0,174	0,437	0,360
ET3, mm	18,25	18,38	20,75	18,38	23,00	20,50	20,25	21,86	23,63	20,50	2,01	0,577	0,093	0,326
ET4, mm	15,00	13,75	16,00	15,13	17,00	13,75	15,00	17,25	17,63	14,75	1,88	0,294	0,394	0,664
AOL, cm <sup>2</sup>	48,00	47,63	47,69	51,38	46,38	48,50	47,25	45,72	50,00	47,44	2,48	0,588	0,674	0,356
PL, mm	61,50	57,63	57,88	63,13	60,88	58,63	64,01	56,23	59,75	56,63	2,48	0,303	0,169	0,244

EPM=Erro padrão da média; médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ),<sup>1</sup>Os valores são LSMEANS de 8 repetições por tratamento e 1 leitão por baía. †Diferente do controle pelo teste de contraste ortogonal ( $P < 0,05$ ).



Tabela 6. Relação área do *Longissimus dorsi* e peso da carcaça (RALPC), pH aos 45 minutos após abate (pH45), 24 horas após o abate (pH24) e lombo 24 horas após abate (pH L), cor L\*; cor A\*; cor B\*; CROMA tonalidade em radianos (HRAD); tonalidade em graus (HGRAUS); perda de líquido na cocção (PLC); perda de água por gotejamento (PAG); força de cisalhamento de amostras de carne de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação.

Item	Tratamentos										Valores de P			
	T1	T2	T5	T8	T3	T6	T9	T4	T7	T10				
	Período de fornecimento (Dias)										Valores de P			
	56			42				21						
Controle	Farinha de microalgas nas dietas (%)									Valores de P				
	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55					EPM
RALPC	0,57	0,58	0,56	0,59	0,54	0,57	0,55	0,52	0,56	0,57	0,03	0,712	0,394	0,573
pH 45	6,10	6,03	6,29	6,13	6,01	6,14	6,15	5,99	5,93	6,19	0,12	0,435	0,480	0,239
pH 24	6,19	5,82	5,87	6,07	6,01	5,94	5,86	5,77	5,97	5,93	0,08	0,070	0,739	0,401
pH L	5,60	5,62	5,60	5,55	5,53	5,52	5,58	5,67	5,51	5,50	0,07	0,191	0,440	0,216
Cor L	53,29	53,11 <sup>b</sup>	55,03 <sup>a</sup>	51,54 <sup>ab</sup>	51,01 <sup>b</sup>	52,21 <sup>a</sup>	53,23 <sup>ab</sup>	51,00 <sup>b</sup>	53,13 <sup>a</sup>	51,13 <sup>ab</sup>	1,36	0,115	0,125	0,050
Cor a	5,3727	5,24	5,97	5,66	5,09	5,50	4,46	4,77	4,96	5,48	0,56	0,520	0,244	0,541
Cor b	6,42	6,24	6,19	6,36	5,72	6,17	6,19	5,48	6,03	6,39	0,31	0,580	0,358	0,073
CROMA	8,38	8,24	8,39	8,22	7,51	8,37	7,64	7,27	7,84	8,44	0,48	0,341	0,284	0,222
HRAD	0,87	0,89	0,84	0,88	0,89	0,81	0,95	0,85	0,89	0,87	0,04	0,286	0,807	0,260
HGRAUS	50,35	50,94	48,20	50,41	51,26	46,54	54,58	48,48	50,89	49,62	2,32	0,270	0,804	0,261
PLC, %	27,64	26,81	24,58	23,76	22,17	24,16	22,47	24,74	23,00	25,65	3,36	0,691	0,455	0,915
PAG, %	5,21	4,82	4,81	5,59	5,85	4,90	4,55	6,05	5,39	5,49	0,97	0,915	0,135	0,501
FC	2,39	2,62	2,47	2,50	2,50	2,50	2,26	2,57	2,33	2,46	0,27	0,905	0,768	0,575

EPM=Erro padrão da media; médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ),<sup>1</sup>Os valores são LSMEANS de 8 repetições por tratamento e 1 leitão por baia. †Diferente do controle pelo teste de contraste ortogonal ( $P < 0,05$ ).

Tabela 7. Teores de matéria seca, proteína bruta, ácidos graxos totais e extrato etéreo em hidrólise ácida, expressos nas matérias seca (MS) e natural (MN), das amostras de carne de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação.

Variáveis	Tratamentos										Valores de P			
	T1	T2	T5	T8	T3	T6	T9	T4	T7	T10				
	Período de fornecimento (Dias)													
	56			42				21						
Concentração da farinha de microalgas nas dietas (%)														
Controle	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	EPM	P*C	P	C	
Matéria seca %	26,82	26,75	25,93	26,54	26,52	25,78	26,54	26,01	25,84	26,48	0,794	0,950	0,765	0,202
Proteína bruta, % MS	78,84	78,44	80,71	80,18	81,53	80,63	84,06	83,71	82,04	80,18	2,455	0,607	0,410	0,983
Proteína Bruta, % MN	21,29	20,93	20,82	21,40	21,59	20,69	22,24	21,80	21,05	21,21	0,652	0,572	0,510	0,155
Ácidos graxos totais, % MS	21,23	22,83	19,64	20,58	22,20	21,00	19,20	18,61	16,32	20,33	2,850	0,826	0,420	0,593
Ácidos graxos totais, % MN	5,659	6,214	5,023	5,634	5,953	5,480	5,285	4,833	4,219	5,525	0,786	0,817	0,370	0,441
Extrato etéreo, % MS	17,40	18,67	16,23	17,15	17,06	15,80	17,38	15,08	14,61	17,33	2,324	0,944	0,636	0,588
Extrato etéreo, % MN	4,693	5,028	4,206	4,743	4,543	4,165	4,785	3,909	3,782	4,714	0,647	0,926	0,545	0,354

EPM=Erro padrão da média; médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), Os valores são LSMEANS de 8 repetições por tratamento e 1 leitão por baía. †Diferente do controle pelo teste de contraste ortogonal ( $P < 0,05$ ).

Tabela 8. Perfil de ácidos graxos (% dos ácidos graxos totais) da gordura de amostras do lombo (*Longissimus dorsi*) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação<sup>1</sup>.

Item, %	Tratamentos										Valores de P			
	T1	T2	T5	T8	T3	T6	T9	T4	T7	T10				
	Período de fornecimento (Dias)										Valores de P			
	56			42			21							
Controle	Farinha de microalgas nas dietas (%)									Valores de P				
	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55					EPM
Cáprico (C10:0)	0,072	0,067	0,075	0,081	0,074	0,068	0,077	0,058	0,078	0,053	0,009	0,054	0,066	0,427
Láurico (C12:0)	0,067	0,067	0,066	0,070	0,074	0,066	0,072	0,056	0,068	0,056	0,007	0,503	0,102	0,976
Mirístico (C14:0)	1,183	1,183	1,240	1,215	1,144	1,183	1,080	1,091	1,153	1,099	0,065	0,865	0,160	0,254
Miristoleico (C14:1)	0,010	0,010 <sup>b</sup>	0,010 <sup>b</sup>	0,010 <sup>b</sup>	0,010 <sup>b</sup>	0,014 <sup>ab</sup>	0,010 <sup>b</sup>	0,014 <sup>ab</sup>	0,018 <sup>ab</sup>	0,010 <sup>b</sup>	0,002	0,043	0,012	0,070
Pentadecanóico (C15:0)	0,049	0,042	0,063	0,056	0,055	0,061	0,056	0,060	0,060	0,058	0,005	0,237	0,315	0,063
Palmítico (C16:0)	25,66	25,29	26,13	25,97	26,38	26,47	25,85	26,18	25,69	25,22	0,464	0,930	0,284	0,234
Palmitoleico (C16:1n7) <sup>2</sup>	2,090	2,180	2,536	2,490	2,285	2,395	2,403	1,990	2,591	2,178	0,145	0,282	0,334	0,005
Margárico (C17:0)	0,413	0,318	0,405	0,356	0,348	0,401	0,359	0,445	0,356	0,418	0,032	0,066	0,164	0,801
Esteárico (C18:0) <sup>3</sup>	15,39	15,91	15,07	14,66	15,13	15,66	14,92	16,05	14,57	15,21	0,406	0,092	0,978	0,045
Oleico (C18:1n9)	40,27	41,75	40,97	40,68	41,19	41,16	41,20	40,89	41,22	41,21	0,742	0,832	0,987	0,883
Linoleico LA (C18:2n6) <sup>4</sup>	10,54	8,993	9,699	10,72	9,656	9,093	10,19	9,903	9,568	10,77	0,575	0,713	0,554	0,014
Gama linolênico (C18:3n6)	0,090	0,100	0,125	0,144	0,128	0,166	0,143	0,150	0,129	0,136	0,027	0,610	0,437	0,548
Alfa linolênico (C18:3n3)	0,313	0,278	0,289	0,314	0,288	0,265	0,326	0,271	0,295	0,331	0,030	0,883	0,944	0,062
Araquídico (C20:0) <sup>2</sup>	0,247	0,269	0,236	0,220	0,254	0,233	0,221	0,273	0,236	0,234	0,014	0,958	0,562	0,001
Eicosenóico (C20:1n9)	0,776	0,783	0,738	0,690	0,730	0,769	0,691	0,793	0,709	0,750	0,039	0,334	0,767	0,147
Eicosadienóico (C20:2)	0,442	0,402	0,399	0,425	0,393	0,389	0,394	0,429	0,374	0,451	0,023	0,416	0,277	0,095
Eicosatrienoico (C20:3n6)	0,170	0,180	0,223	0,223	0,179	0,186	0,220	0,189	0,235	0,194	0,022	0,425	0,689	0,104
Araquidônico (C20:4n6)	1,123	1,020	1,281	1,280	1,138	1,110	1,334	1,104	1,659	1,236	0,193	0,387	0,541	0,183
Eicosatrienóico (C20:3n3)	0,055	0,054	0,055	0,058	0,054	0,054	0,050	0,056	0,050	0,060	0,004	0,358	0,503	0,570
Behenico (C22:0)	0,030	0,031	0,040	0,040	0,036	0,030	0,036	0,030	0,045	0,031	0,006	0,163	0,762	0,361
Erúxico (C22:1n9)	0,021	0,022	0,020	0,024	0,021	0,023	0,024	0,024	0,023	0,017	0,002	0,132	0,760	0,940
Eicosapentaenoico (C20:5n3) <sup>2</sup>	0,020	0,017	0,029	0,029	0,022	0,024	0,033	0,022	0,033	0,025	0,005	0,301	0,878	0,019
Lignocérico (C24:0)	0,030	0,033	0,043	0,037	0,038	0,029	0,041	0,037	0,041	0,025	0,008	0,288	0,852	0,808
Nervônico (C24:1n9)	0,029	0,036	0,046	0,037	0,027	0,034	0,039	0,029	0,045	0,027	0,010	0,669	0,580	0,181
Docosahexaenoico (C22:6n3)	0,046	0,092 <sup>b</sup>	0,250 <sup>ab</sup>	0,257 <sup>ab</sup>	0,156 <sup>ab</sup>	0,163 <sup>ab</sup>	0,260 <sup>ab</sup>	0,097 <sup>b</sup>	0,184 <sup>ab</sup>	0,156 <sup>ab</sup>	0,028	0,011	0,018	<0,001
Insaturados <sup>5</sup>	56,83	55,79	56,34	57,69	56,23	55,77	57,31	55,84	57,29	57,53	0,717	0,527	0,540	0,044
Monoinsaturadas	44,07	44,78	44,87	43,91	43,17	44,36	43,78	43,17	44,60	44,18	0,714	0,528	0,508	0,330

Poli-insaturadas <sup>4</sup>	12,80	11,13	12,31	13,38	11,97	12,31	12,81	12,14	12,31	13,35	0,729	0,684	0,557	0,020
Saturadas <sup>3</sup>	43,17	44,21	43,36	42,71	43,77	44,23	42,71	44,16	42,31	42,47	0,717	0,527	0,540	0,044
Ômega 3 <sup>5</sup>	0,480	0,464	0,588	0,631	0,518	0,505	0,641	0,443	0,560	0,575	0,046	0,420	0,555	<0,001
Ômega 6 <sup>5</sup>	11,85	10,25	11,30	12,30	11,04	10,50	11,73	11,25	11,39	12,31	0,726	0,685	0,482	0,029
Ômega 9	41,13	42,61	42,43	41,44	41,99	41,98	41,39	41,20	42,02	42,02	0,705	0,489	0,613	0,513

EPM=Erro padrão da média;

<sup>abc</sup>medias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05);

<sup>1</sup>Os valores são LSMEANS de 8 repetições por tratamento e 1 leitão por baia;

<sup>2</sup>Farinha de microalgas: 0,55>0,25; 0,40>0,25; 0,55=0,40 (P<0,05);

<sup>3</sup>Farinha de microalgas: 0,25>0,55; 0,25=0,40; 0,55=0,40 (P<0,05);

<sup>4</sup>Farinha de microalgas: 0,55>0,40; 0,55>0,25; 0,25=0,40 (P<0,05);

<sup>5</sup>Farinha de microalgas: 0,55>0,25; 0,55=0,40; 0,40=0,25 (P<0,05);

\*Diferente do controle pelo teste de contraste ortogonal (P<0,05).

Tabela 9. Teores de EPA, DHA e EPA + DHA, expressos na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS), em amostras do lombo (*longissimus dorsi*) de suínos alimentados com dietas com diferentes concentrações (C) de farinha de microalga *Schizochytrium*, por diferentes períodos (P), nas fases de crescimento, terminação.

Item	Tratamentos										EPM	Valores de P		
	T1	T2	T5	T8	T3	T6	T9	T4	T7	T10		P*C	P	C
	Período de fornecimento (Dias)													
	56			42				21						
Concentração da farinha de microalgas nas dietas (%)														
	Controle	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55	0,25	0,40	0,55				
EPA <sup>2</sup> , mg/100g MS	3,190	3,793	4,569	5,562*	4,253	4,663	5,747*	4,301	4,271	4,835*	0,503	0,625	0,388	<0,001
DHA <sup>3,5</sup> , mg/100g MS	8,554	23,48	43,41*	52,03*	33,13*	33,78*	42,77*	17,29	24,52	27,75*	4,874	0,154	<0,001	<0,001
EPA + DHA <sup>3,5</sup> , mg/100g MS	12,10	27,89	48,11*	57,43*	37,38*	38,44*	47,70*	20,38	28,79	32,58*	5,572	0,217	<0,001	<0,001
EPA <sup>2</sup> , mg/100g MN	1,051	1,060	1,186	1,508	1,131	1,191	1,641*	1,135	1,113	1,325	0,146	0,664	0,363	<0,001
DHA <sup>4,5</sup> , mg/100g MN	4,106	6,509	11,38*	14,11*	8,919	8,818	12,086*	4,486	6,414	7,531	1,526	0,227	<0,001	<0,001
EPA + DHA <sup>2,5</sup> , mg/100g MN	5,109	7,777	11,19*	15,59*	10,05	10,01	13,49*	5,275	7,526	8,855	1,722	0,450	<0,001	<0,001

EPM=Erro padrão da média;

<sup>abc</sup>medias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05);

<sup>1</sup>Os valores são LSMEANS de 8 repetições por tratamento e 1 leitão por baia;

<sup>2</sup>Farinha de microalgas: 0,55>0,25; 0,55>0,40; 0,25=0,40 (P<0,05);

<sup>3</sup>Farinha de microalgas: 0,55>0,25; 0,40>0,25; 0,55=0,40 (P<0,05);

<sup>4</sup>Farinha de microalgas: 0,55>0,25; 0,55=0,45; 0,25=0,40 (P<0,05);

<sup>5</sup>Período de fornecimento: 56>21; 42>21; 56=42 (P<0,05);

\*Diferente do controle pelo teste de contraste ortogonal (P<0,05).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação de dietas com a farinha de microalga *Shizochytrium sp.* mostrou-se uma alternativa interessante para o enriquecimento da carne suína em EPA e DHA, comprovando que quanto maior o incremento da fonte de AG maior a deposição destes AG no músculo *Longissimus dorsi*.

Em suma, o enriquecimento de carne suína com FM é possível, porém deve-se adequar o fornecimento da FM, tanto a duração como a concentração na dieta, assim como os músculos ou tecidos a serem amostrados e avaliados. Para que se tenha deposição de EPA + DHA no músculo acima de 40 mg / 100 g é preciso fornecer dietas com teores possivelmente acima de 1,5% de FM, no entanto, os resultados de pesquisas existentes não permitem inferir exatamente ou a concentração mínima necessária. Mais estudos são necessários, testando concentrações de FM a partir de 1,5% e por pelo menos 42 dias.