

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA
PORCAS EM GESTAÇÃO E LACTAÇÃO**

**Fabício Faleiros de Castro
Zootecnista**

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA
PORCAS EM GESTAÇÃO E LACTAÇÃO**

Fabício Faleiros de Castro

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz

Coorientadora: Profa. Dra. Melissa Izabel Hannas

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2018

C355a	<p>Castro, Fabrício Faleiros de</p> <p>Ácido docosahexaenoico (DHA) em dietas para porcas em gestação e lactação / Fabrício Faleiros de Castro. -- Jaboticabal, 2018</p> <p>83 p.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientadora: Maria Cristina Thomaz</p> <p>Coorientadora: Melissa Izabel Hannas</p> <p>1. Imunidade. 2. Nutrição animal. 3. Ômega-3. 4. Schizochytrium sp.. 5. Suínos. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).


Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS EM GESTAÇÃO E LACTAÇÃO

AUTOR: FABRÍCIO FALEIROS DE CASTRO
ORIENTADORA: MARIA CRISTINA THOMAZ
COORIENTADORA: MELISSA IZABEL HANNAS

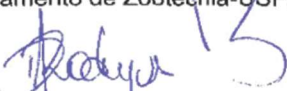
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. PEDRO HENRIQUE WATANABE
UFC / Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE


Prof. Dr. FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO
Instituto de Zootecnia / APTA / Nova Odessa/SP


Prof. Dr. URBANO DOS SANTOS RUIZ
Departamento de Zootecnia-USP/ESALQ / Piracicaba/SP


Dra. DÂNIELA JUNQUEIRA RODRIGUES
Aleris Brasil/Aditivos para Suinocultura / Santos/SP

Jaboticabal, 05 de outubro de 2018

DADOS CURRICULARES

Fabício Faleiros de Castro - nascido em 19 de dezembro de 1986, na cidade de Franca/SP, filho de Antônio Edson de Castro e Rita de Fátima Faleiros Castro, graduado e mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp Câmpus de Jaboticabal. Em março de 2015 iniciou o curso de Doutorado do programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela mesma universidade, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), obtendo o título de Doutor em Zootecnia no dia 05 de outubro de 2018.

EPIGRAFE

“Com Fé, Pé por Pé...”

Roberto Jr. (Tião)

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a Deus por guiar minha história,
à minha orientadora Maria Cristina Thomaz pela motivação e orientação na vida profissional e pessoal,
à meus pais pelos valores a mim repassados,
à minha irmã Fabiana pela motivação e dedicação,
ao meu irmão Flávio pelas parcerias,
às minhas sobrinhas Thaissa e Flávia, e aos afilhados Lorenzo, Estevão e Clarice pela busca de um futuro promissor,
ao vô Geraldo (in memoriam) e Roberto Jr. (Tião - in memoriam) pelas conversas, conselhos e companheirismo,
à vovó Maria e tia Regina pela motivação e orações,
à minha família por serem meu ponto de equilíbrio, exemplo, fraternidade, carinho, admiração e amor, sempre me apoiando em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Deus, pelo dom da vida e pela nossa propriedade de aprender e comunicar.

À Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz por toda dedicação com os orientandos e exemplo de profissional.

A CAPES, pela bolsa, o que viabilizou a execução deste trabalho.

À Paty, Pega, Mary, Manu, Daniela (Mito), Thais (Show) e Filipe pela ajuda, acompanhamento e conselhos, tanto no desenvolvimento da tese quanto no dia a dia.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa do Departamento Ciências Exatas, FCAV – UNESP, campus de Jaboticabal, pela contribuição nas análises estatísticas.

Aos membros da banca Examinadora pela contribuição nesta tese, Dr. Fabio Enrique Lemos Budiño, Dr. Pedro Henrique Watanabe, Dr. Urbano dos Santos Ruiz e Dra. Daniela Junqueira Rodrigues.

Aos membros da banca de Qualificação pela contribuição nesta tese, Dra. Marcia Rita Fernandes Machado, Dra. Maria Imaculada Fonseca, Dra. Silvana Martinez Baraldi Artoni, Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel.

A todos do Grupo Suinesp, Pega, Paty, Mary, Chileno, Manu, Fabrício Castelini, Vivian, Ysenia, Renan, Aline Remus, Bituka, Tarcísio, Dani, Everton (Xanxe), Welex, Gabriel (Azeite), Leury, Pankadão, Alini, Rafael, Alicia e Luan por toda a ajuda no desenvolvimento deste estudo.

Aos proprietários e funcionários das Granjas Big Boar e Camari, em especial Márcio, Camilo, Gabriel, Mizael, Fernandes, Vanessa, Tiago, Sidney e todos os outros funcionários que colaboraram com a execução dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Luis Guilherme, Paulo e Daniela, do Laboratório de Sanidade Suína do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV pela ajuda nas análises laboratoriais.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV - UNESP, campus de Jaboticabal e a Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realizar este trabalho. Sinto imenso orgulho em ser parte deste Campus. Obrigado a todos os funcionários que tão gentilmente me receberam e auxiliaram neste período, em especial Wilson e Zé, do setor de suinocultura, Joãozinho, do setor de ovinocultura,

Eliana, Tia Célia e Tia Rosa do RU, Orlando, Joyce e Ana Paula, do LANA, Dona Maria do departamento de Zootecnia, Wilson da UAD e Claudinha.

Aos professores da FCAV pelos ensinamentos e orientações, em especial Jane, Roque, Imaculada, Maria Cristina Thomaz, Luis Guilherme, Luciano Hauschild e Euclides.

Aos amigos: em especial Noni, Chico, Calssinha, Xakotá, Sacerdote, Finka, Inala, Mylla, Di, Luciano, Livia, Pankadão, Flávio, Macri e Desgueio por toda a amizade construída.

À república Xicreti (Izabel, Busta, Cassaco, Ximbinha, Riniti, Dentinho, Cafu, Love, Goiano, Jueio, Nei (Pepe), Dito, Zero-Boi, Safadão, Mindim, Boka, Udi, Cubano, Peruano, Bila e Frajelu) pelas confraternizações e companheirismo.

À minha namorada, por todo incentivo e companheirismo.

Aos meus pais, irmãos e cunhados por me apoiar, e estarem sempre nos meus pensamentos e coração.

À minha irmã Fabiana e meu cunhado Arilson, com seus imensos amores, sempre esteve ao meu lado, me incentivando e me apoiando.

Aos meus amigos, tios, tias, padrinhos, madrinhas e primos, que sempre buscaram me encorajar e dar conselhos, em especial tia Regina, Baiano, Neto, tia Luzia (in memorian), tio Egídio (in memorian), Waleska, Padrinhos Gérsio e Márcio, Madrinhas Angelita e Sônia, tio Beto, Rodrigo, Claudia, Vicente, Fernando, Luciene, Zé Antônio, Cassio (in memorian), Tio Zequinha, Tia Alice, e Tio Celsinho e famílias.

A todos aqueles que um dia acreditaram no meu potencial e contribuíram para o meu sucesso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

MUITO OBRIGADO.

Sumário

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO I – Considerações Gerais.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
Impacto da nutrição e alimentação.....	3
Ácidos graxos essenciais na alimentação.....	4
Efeitos do DHA sobre a reprodução em suínos.....	6
Efeitos do DHA sobre a imunomodulação em fêmeas suínas (Proteína de Fase Aguda).....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO II – ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS NO TERÇO INICIAL DA GESTAÇÃO.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS.....	28
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO III – ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS NO TERÇO FINAL DA GESTAÇÃO.....	40
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41

INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS.....	49
DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
CAPÍTULO IV – ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS NA LACTAÇÃO.....	63
RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	64
INTRODUÇÃO.....	65
MATERIAL E MÉTODOS.....	66
RESULTADOS.....	71
DISCUSSÃO.....	78
CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal




CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

A COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 16 de fevereiro de 2016, **referendou** o Protocolo nº 23543/15, do trabalho de pesquisa intitulado "**Alga *Schizochytrium* sp. em dietas para porcas gestantes**", sob a responsabilidade da Prof^a Dr^a Maria Cristina Thomaz, manifestando-se favoravelmente, de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

Jaboticabal, 16 de fevereiro de 2016.



Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS

RESUMO - Objetivou-se avaliar os efeitos do ácido docosahexaenóico (DHA), utilizando como fonte a farinha de alga *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas gestantes, nos terços inicial e final, e na lactação, sobre escore corporal das porcas, número de leitões nascidos vivos e totais, natimortos, peso médio (PM), ganho de peso diário (GPD), mortalidade, coeficiente de variação dos pesos (CVP), conversão alimentar (CA), composição bromatológica do colostro e do leite, proteínas do colostro e do sangue das porcas, consumo de ração, intervalo desmame-cio (IDC) e viabilidade econômica. Foram utilizadas 51 porcas para o experimento I (0 a 38 dias de gestação), 45 para o experimento II (85 a 114 dias de gestação), e 45 porcas para o experimento III (22 dias de lactação). Em todos, os animais receberam as seguintes dietas experimentais: Controle: ração controle (sem aditivo); 2000: ração controle com adição de 15 g de farinha de algas *Schizochytrium* sp. (2333 mg de DHA por dia por porca); 4000: ração controle com adição de 30 g de algas *Schizochytrium* sp. (4666 mg de DHA por dia por porca). Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos. Conforme os níveis crescentes de inclusão de DHA nas dietas das porcas, houve efeito linear ($P < 0,05$) para as seguintes variáveis: Experimento I - aumentaram o GPD dos leitões, melhorou a CA e reduziu a mortalidade dos leitões; no Experimento II - aumentou o DHA no colostro, e melhora o escore corporal das porcas ao desmame em relação as porcas com 85 dias de gestação; e no Experimento III - aumentaram o PM ao desmame, o GPD dos leitões e o DHA no leite, e diminuiu o CVP da leitegada. Em todos os experimentos o tratamento 4000 apresentou os maiores custos com alimentação por matriz e do kg de ganho de peso dos leitões, receitas bruta e líquida. Conclui-se que, em função dos resultados de desempenho obtidos, do valor pago por kg do leitão desmamado e do preço da farinha de algas *Schizochytrium* sp. (fonte de DHA), justifica-se a utilização do produto nas dietas de porcas em gestação e lactação.

Palavras-chave: imunidade, nutrição animal, ômega-3, *Schizochytrium* sp, suínos.

DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA) IN DIET OF SOW DIETS

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effects of docosahexaenoic acid (DHA), using as source the *Schizochytrium sp.* algae meal, rich in docosahexaenoic acid (DHA), in diets of sows over the initial and final thirds of gestation, and lactation on body condition score, number of piglets born alive, stillborn, and total, average body weight (BW), daily weight gain (DWG), mortality, body weight coefficient of variation (BWCV), feed conversion (FC), chemical composition of colostrum and milk, proteins of colostrum and blood of sows, feed consumption, weaning-to-heat interval (WHI), and economical analysis. Fifty-one sows were assigned to experiment I (0 to 38 days of gestation), 45 sows were assigned to experiment II (85 to 114 days of gestation), and 45 sows were allocated to experiment III (22 d in lactation). In all experiments, animals received the following experimental diets: Control, control diet (with no algae meal); 2000, control diet supplemented with 15 g of *Schizochytrium sp.* algae meal (2333 mg DHA/d per sow); and 4000, control diet supplemented with 30 g of algae meal (4666 mg DHA/d per sow). Animals were sorted to the three treatments in a complete randomized block design. As the level of DHA in diets of sows increased, it was observed a linear effect ($P < 0.05$) for the following parameters: Experiment I – algae meal increased the ADG of piglets, and reduced the FC and mortality of piglets; in Experiment II – algae meal increased colostrum DHA concentration, and improved body condition of sows at weaning in relation to sows with 85 days of gestation; and in Experiment III – algae meal increased BW at weaning, ADG of piglets and milk DHA concentration, and decreased the litter BWCV. In all experiments, 4000 diet increased the feed costs per sow and kg of weight gain of piglets and revenues. Based on performance results, the price paid per kg of weaned piglet, and the cost of *Schizochytrium sp.* algae meal (source of DHA) from these experiment, there is justification for the use of the studied product in diets of pregnant and lactating sows.

Keywords: animal nutrition, immunity, omega-3, *Schizochytrium sp.*, swine.

CAPÍTULO I – Considerações Gerais

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produtividade das granjas suínas aumentou, e uma das principais características foi a hiperprolificidade das porcas, tendo em vista que, atualmente, tem granjas com mais de 36 nascidos/fêmea/ano (AGRINESS, 2017). Entretanto, fêmeas hiperprolíficas normalmente resultam, em menor peso médio dos leitões ao nascimento fato que, conseqüentemente, afeta a variabilidade de peso, havendo maior desuniformidade da leitegada (PANZARDI et al., 2009), com conseqüente interferência no peso ao desmame e na mortalidade na maternidade, fatores fundamentais para boa produtividade e lucratividade da suinocultura.

A nutrição da fêmea gestante influencia na uniformidade das leitegadas, na quantidade de leitões de baixa viabilidade, na imunidade das porcas e leitões, na prolificidade das fêmeas, na mortalidade e no desenvolvimento dos leitões na maternidade (MAGNABOSCO, 2011). Desta maneira, tem-se buscado o uso de novas tecnologias nutricionais que proporcionem melhor saúde e desempenho aos animais.

Dentre os desafios, merecem destaques as dietas, nos terços inicial e final da gestação, e na lactação das porcas. O terço inicial da gestação está relacionado com o número de leitões nascidos totais, já o terço final, está associado ao desenvolvimento fetal, peso ao nascer e uniformidade da leitegada (TROTTIER e JOHNSTON, 2001; LEHNEN, 2012; DUTRA JUNIOR e CANTARELLI, 2014) que, conseqüentemente, influenciam na mortalidade, peso ao desmame e peso ao abate dos animais. O período de lactação, por sua vez, está associado diretamente à mortalidade e ao peso ao desmame e ao desenvolvimento da imunidade dos leitões. Considerando a importância destes períodos, têm avaliado o uso de aditivos que melhorem os índices por meio da suplementação nas dietas dos terços inicial e final da gestação e da lactação.

Dentre os aditivos estudados pode-se destacar os probióticos, prebióticos e, mais recentemente, as algas marinhas. As algas marinhas são ricas em ácidos graxos poli-insaturados do grupo ômega-3, os quais impedem ou diminuem os danos oxidativos, o que caracteriza o potencial antioxidante das algas. Devido a esse poder

antioxidante, as algas são utilizadas tanto para as indústrias alimentícias e farmacêuticas, bem como para a nutrição animal (BOSCHINI, 2011).

Dentre as algas marinhas, o gênero *Schizochytrium* sp., pode conter até 48% de ácido docosahexaenoico (DHA) do total da gordura. O DHA é um ácido graxo 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 pode auxiliar na prevenção de doenças nos seres humanos, no desenvolvimento da membrana do cérebro humano e retina. É importante para mulheres grávidas e crianças, 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, 2012).

Quelen et al. (2010) ao avaliarem o uso do óleo de linhaça, fonte de ômega-3, em dietas de porcas no terço final da gestação, observaram aumento de ômega-3 na placenta e cérebro dos leitões na primeira semana de vida. Estes resultados sugeriram que esses leitões poderiam apresentar melhor desenvolvimento durante a vida.

Verifica-se na literatura que a suplementação de ômega-3 nas dietas de porcas, pode ter efeito positivo sobre o desempenho dos leitões (SMITS et al., 2011; TANGHE e SMET, 2013; TANGHE et al, 2014).

Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do ácido docosahexaenóico (DHA), utilizando como fonte a farinha de alga *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas em gestação nos terços inicial e final e lactação sobre: escore corporal, desempenho, e uniformidade da leitegada, intervalo desmame-cio, mortalidade dos leitões, composição bromatológica do colostro e do leite, proteína do colostro e do sangue das porcas (imunidade), consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade econômica da sua inclusão na dieta.

REVISÃO DE LITERATURA

Impacto da nutrição e alimentação

A produtividade das porcas aumentou nos últimos 10 anos (AGRINESS 2008; AGRINESS 2017), devido ao manejo, genética, nutrição e seleção de parâmetros como tamanho da leitegada, intervalo desmame-cio e peso ao nascer e ao desmame dos leitões. Entretanto, o aumento no número de nascidos implica na redução no peso ao nascimento e desuniformidade do peso dos leitões na leitegada, podendo aumentar a mortalidade durante o período de aleitamento (SILVA, 2010).

Os avanços genéticos aumentaram a produtividade das porcas, tornando-as, também, mais exigentes nutricionalmente durante a gestação e a lactação. As necessidades nutricionais das fêmeas modernas e a disponibilidade de nutrientes nas dietas são pouco conhecidas, em comparação ao que se sabe sobre esses parâmetros para suínos em fases de crescimento e terminação. Para estabelecer um adequado programa de nutrição, é necessário entender, também, os diversos aspectos metabólicos da interação entre o genótipo, a nutrição e a reprodução (CABRAL et al., 2016).

A exigência nutricional das porcas durante a gestação é definida pela demanda para a manutenção e para os ganhos materno e fetal, entre outros aspectos, como ciclo da matriz, fase da gestação e prolificidade (KIM et al., 2005; SILVA, 2010; ABREU et al., 2013). Durante a lactação, a exigência é atender as necessidades dos leitões lactantes, com o objetivo de diminuir a mortalidade durante o aleitamento e melhorar a produção de leite, além de minimizar a perda de peso corporal das matrizes, buscando otimizar o intervalo desmame-cio e garantir maior taxa de ovulação nas gestações subsequentes (SOBESTIANSKY et al., 1998; SMITS et al., 2011; TANGHE e SMET, 2013).

As principais ocorrências gestacionais que são dependentes da nutrição relacionam-se com a implantação do embrião no início do desenvolvimento da placenta (até os 21 dias), a formação das fibras musculares fetais, dos 21 aos 75 dias, e o crescimento dos fetos, dos 75 dias até o parto (FOX-CROFT e TOWN, 2004; McPHERSON et al., 2004; KIM et al., 2009). A alimentação das fêmeas gestantes tem

acontecido de forma a garantir a condição corporal, a formação de reservas de proteína e gordura, a saúde e a prevenção da obesidade (SILVA, 2010; NRC, 2012).

O número de leitões desmamados por porca por ano (DPA) é comumente utilizado como uma medida para comparar a produtividade das granjas em todo o mundo. As metas do DPA aumentaram de 20 para 30 desmamados nas últimas três décadas. Entretanto, embora o DPA seja uma boa medida para medir a produtividade de rebanhos no curto prazo, não é a melhor medida para mensurar a longevidade da porca, nem uma boa medida para aferir a qualidade dos leitões ou o bem-estar dos leitões e porcas (DIAL et al., 1992).

Há uma preocupação de que os rebanhos com DPA elevado possam produzir muitos refugos ou leitões pequenos. O aumento do número de leitões nascidos vivos significa que o peso dos leitões ao nascer está diminuindo e, também, que alguns leitões leves não são capazes de receber colostro suficiente da porca. A menor ingestão de colostro e os pesos mais baixos dos leitões ao nascer são associados à maior mortalidade antes do desmame e menor desempenho após o desmame. Assim, a qualidade e o bem-estar dos leitões podem ser comprometidos quando a prolificidade da porca é geneticamente aumentada para um nível tão elevado (DECLERCK et al., 2016). Desse modo, a melhor nutrição das porcas, durante a gestação e a lactação, pode ser uma alternativa para, também, melhorar o desempenho dos leitões, podendo aumentar os pesos dos nascidos vivos e desmamados, a produção e a qualidade do leite das porcas.

Ácidos graxos essenciais na alimentação

Os seres humanos e os animais são incapazes de sintetizar ácidos graxos essenciais, que são poli-insaturados (PUFA) e como tal, devem obtê-los da dieta (BEARE-ROGERS et al., 2001). De acordo com Rooke et al. (2003) existem dois tipos de PUFA: os ácidos graxos poli-insaturados n-6 (ômega-6) e n-3 (ômega-3).

Os PUFA da família n-6 estão presentes, principalmente, nos óleos vegetais (milho, girassol, soja e algodão), enquanto os ômega-3 estão presentes em peixes de

água fria (salmão, atum, truta), mariscos, algas marinhas, óleos de linhaça e canola, sendo estes últimos as principais formas de PUFA presentes nos suplementos alimentares. Os PUFA n-3 (Ômega-3) mais importantes são o ácido alfa-linolênico (ALA), o ácido eicosapentaenoico - EPA e o ácido docosaexaenoico - DHA (RUSSO, 2009).

O DHA e o EPA são ácidos graxos essenciais para todas as células do organismo, pois exercem funções importantes, como aumento do metabolismo e do crescimento muscular, produção de energia, transporte de oxigênio e crescimento celular normal, proporcionando funções nervosas adequadas e regulação hormonal (WANG et al., 2006).

O DHA é um ômega-3 de cadeia longa, com dupla ligação ao terceiro carbono no grupo metila, e possui papel importante na estrutura da membrana celular, na fluidez e na sinalização celular. Quando consumidos, são oxidados para geração de energia, estocados como triacilglicerol ou convertidos em membranas fosfolipídicas (CALDER, 2011, CALDER, 2013).

O enriquecimento com ômega-3 de produtos comumente consumidos, representa uma maneira de aumentar seu consumo sem exigir quaisquer mudanças na dieta. Nesse sentido, algas e óleos de peixes estão sendo adicionados às dietas de porcas, a fim de aumentar o teor de ômega-3 ingerido e, conseqüentemente, melhorar os desempenhos produtivo e reprodutivo. Este enriquecimento tem demonstrado sucesso de acordo com alguns autores, como Rooke et al. (2001b), Mateo et al. (2009), Smits et al. (2011).

Os tecidos de animais monogástricos, como os suínos, são suscetíveis à alteração nos níveis de ômega-3 por meio de modificações dietéticas, tornando a suplementação alimentar desse ácido, como uma opção viável para aumentar suas concentrações no produto final (MARRIOTT et al., 2002).

Dietas suplementadas com fonte de ômega-3, já demonstraram efeitos benéficos tais como: ação antiinflamatória, fortalecimento do sistema imunológico e auxílio no controle da pressão arterial (PIMENTEL et al., 2005). A suplementação direta com fontes ricas em DHA e EPA, nas dietas para humanos e animais é fundamental e,

sendo o peixe considerado a fonte mais rica dos ômega-3, as questões relacionadas às limitações de pesca e à produção insuficiente em cativeiro, levam a conclusão de que o ômega-3 requerido não pode depender somente dos peixes de água fria (SALEM e EGGERSDORFER, 2015).

Assim, as algas marinhas são uma alternativa viável por serem fonte rica em DHA, que podem ser produzidas em larga escala e de forma sustentável. A suplementação com algas marinhas *Schizochytrium sp.* levou a aumentos nos níveis de EPA e DHA na carne suína sem impactar na produtividade dos animais (ABRIL et al., 2003; SARDI et al., 2006; MEADUS et al., 2010).

Efeitos do DHA sobre a reprodução em suínos

O programa nutricional deve levar em consideração as diferentes fases e eventos metabólicos gestacionais, as diferenças de padrão de crescimento entre as porcas, a ordem de parto e o estado metabólico da matriz após a lactação anterior (ABREU et al., 2005).

Por exemplo, o DHA é importante no crescimento geral do feto, assim como no desenvolvimento de órgãos vitais como o cérebro e os olhos (UAUY et al., 1992; SINGH, 2005). Como tal, uma ingestão inadequada de DHA durante a gravidez tem sido associada com funções cognitivas e acuidade visual prejudicadas na prole (CHEATHAM et al., 2006). Além disso, outras evidências mostraram que a suplementação de ômega-3 durante a gravidez reduz o risco de parto prematuro, especialmente em gestações de alto risco (HORVATH et al., 2007; GIUSEPPE et al., 2014).

Pesquisas têm demonstrado que a quantidade de ômega-3 nos tecidos dos leitões, no momento do nascimento, é determinada pela composição do alimento da porca gestante, do alimento da lactação e da gordura mobilizada pelas reservas corporais das porcas, uma vez que a suplementação com ômega-3 das rações de porcas gestantes e lactantes aumenta as concentrações de ômega-3 nos fetos, no

colostro, no leite e nos leitões lactantes (ROOKE et al., 2001b, MATEO, et al., 2009; QUELEN et al., 2010; TANGHE e SMET, 2013; JIN et al, 2017).

Quando o consumo de ração é baixo, as fêmeas entram em balanço energético negativo e as reservas corporais são prontamente mobilizadas, caracterizando o catabolismo lactacional, modificando nutrientes de diferentes tecidos corporais. O excesso de mobilização da proteína corporal, contudo, afeta as condições da fêmea e seu desempenho reprodutivo subsequente, como tempo de retorno ao cio, tamanho da leitegada ou, mesmo, falhas reprodutivas (KIM e EASTER, 2003).

Tanghe e Smet (2013) relataram que, embora os resultados sejam inconstantes, estudos realizados encontraram melhorias na produção com a suplementação do ômega-3 nas dietas de gestação, lactação ou em ambas. Resultados mostraram melhoria da viabilidade dos leitões e aumento de peso na primeira semana de vida e depois do desmame, mediante a suplementação com DHA (3 g/kg de ração) nas últimas 4 semanas de gestação (EDWARDS et al., 2003). Rooke et al. (2001a) observaram maior crescimento dos leitões até aos 35 dias de vida adicionando óleo de atum na dieta da porca em gestação.

Mateo et al. (2009) encontraram maiores teores de EPA e DHA nos colostro e leite da porca e maiores pesos dos leitões aos 10 e 21 dias de idade, quando as mães receberam dietas contendo 0,2% de óleo de peixe desde os 60 dias de gestação e durante os 21 dias de lactação. Observaram, também, maior crescimento dos leitões durante o aleitamento no parto subsequente, quando as porcas receberam as dietas suplementadas.

Smits et al. (2011) observaram maior número de leitões nascidos (12,8 vs 11,7) em partos subsequentes de porcas, com mais de 4 ciclos, alimentadas com 3 g de óleo de peixe/kg de ração, na lactação e 6 g/kg desde o desmame até a 4ª semana de gestação. Maior consumo de DHA na dieta das porcas, 8 dias antes do parto, melhorou os processos metabólico e inflamatório das porcas no pós-parto (PAPADOPOULOS et al., 2009).

O metabolismo dos ômega-3, como o DHA e EPA, produz mediadores lipídicos anti-inflamatórios que demonstraram reduzir os riscos de alguns casos clínicos em

humanos, durante a gravidez e desenvolvimento infantil, auxilia na prevenção secundária em pacientes com doença coronariana, tratamento de dislipidemias (distúrbio nos níveis de gordura no sangue), pacientes em hemodiálise (MORI, 2014), diminui a inflamação e melhora a função vascular (MOZAFFARIAN e WU, 2011).

Boudry et al. (2009) demonstraram que a suplementação de óleo de linhaça, como fonte de ômega-3, na dieta das porcas, durante a gestação e a lactação, aumentou os níveis de ômega-3 nas hemácias maternas e no íleo dos leitões. Os mesmos autores concluíram que o óleo de linhaça na dieta das porcas modificou, substancialmente, a composição, estrutura e fisiologia do íleo dos leitões.

Desaldeleer et al. (2014) relataram que a suplementação de ômega-3 na dieta das porcas durante a gestação e lactação favoreceu a fisiologia intestinal e a resposta anti-inflamatória intestinal ao LPS dos leitões (Lipopolissacarídeo intestinal – presente na parede das bactérias patogênicas).

Verifica-se na literatura que a suplementação de ômega-3 nas dietas de animais, tem efeitos nos fatores inflamatórios, infecciosos ou traumáticos, através das alterações nos níveis de Proteína de Fase Aguda séricas (QADIR et al., 2009; DINNETZ et al., 2013).

Efeitos do DHA sobre a imunomodulação em fêmeas suínas (Proteína de Fase Aguda)

Os hepatócitos produzem a maioria das proteínas de fase aguda, que são classificadas como positivas ou negativas dependendo do aumento ou redução de sua concentração sérica, respectivamente, dentro de horas ou dias sob condições estressantes (PETERSEN et al., 2004).

Durante a resposta de fase aguda, as proteínas de fase aguda séricas sofrem alterações de concentração, fisiológicas e bioquímicas, ocorrendo modificações metabólicas no indivíduo (GABAY e KUSHNER, 1999), demonstrando serem biomarcadores valiosos, pois ocorrem aumentos destas proteínas com a inflamação, a infecção, a neoplasia, o estresse e o trauma (CRAY, 2012).

As proteínas de fase aguda, como a amilóide sérico A e o fibrinogênio revelaram serem valiosos biomarcadores, pois tendem a aumentar após condições patológicas, como inflamação, infecção, neoplasia, trauma e eventos estressantes, como exercício e transporte (CASELLA et al., 2012). Fatores estressantes podem aumentar a susceptibilidade do hospedeiro para várias doenças e, conseqüentemente, também alteram a concentração dessas proteínas no sangue (HINES et al., 1996; CYWINSKA et al., 2011).

Constituindo o sistema de defesa natural do organismo, as proteínas de fase aguda são proteínas sanguíneas que atuam nos processos inflamatórios, infecciosos ou traumáticos e têm seus níveis séricos alterados, afim de restabelecer a homeostase corporal e limitar o crescimento microbiano, até que a imunidade adquirida seja ativada (CRAY et al., 2009).

A resposta de defesa é formulada por um número de diferentes proteínas de fase aguda que variam em magnitude e tipo entre as espécies animais (PETERSEN et al., 2004). A resposta de fase aguda é considerada a primeira reação do corpo ao estresse imunológico (GRUYS et al., 2005). Este processo é dinâmico, envolvendo mudanças sistêmicas e metabólicas que fornecem uma defesa inespecífica precoce, mecanismo contra eventos estressantes que causam mudanças na homeostase do corpo antes que a imunidade específica seja alcançada (SUFFREDINI et al., 1999).

A resposta de fase aguda é desencadeada pela síntese de proteínas pró-inflamatórias no local da lesão e envolvem efeitos locais e sistêmicos, como febre, aumento do catabolismo muscular ou alterações hormonais resultando, também, em alterações nas concentrações das proteínas de fase aguda (GABAY E KUSHNER, 1999; MURATA et al., 2004).

Deste modo, os ômega-3, que são potencialmente agentes anti-inflamatórios, podem diminuir a produção de eicosanóides inflamatórios e citocinas, e auxiliar na produção de mediadores anti-inflamatórios denominado resolvina (CALDER, 2006), contribuindo para o melhor desempenho dos animais. Resultados em ratos mostraram que indivíduos tratados com ômega-3 apresentaram menor contagem de glóbulos brancos no sangue quando comparados com aqueles tratados com sacarose (QADIR et

al., 2009). Dietas com ômega-3 têm modificado a resposta inflamatória, também, em éguas (DINNETZ et al., 2013).

A partir deste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da inclusão de farinha de alga *Schizochytrium* sp., fonte de DHA, nas dietas de porcas em lactação e gestantes, nos terços inicial e final, sobre o desempenho da porca e leitões com o intuito de melhorar a receita e, conseqüentemente, melhorar a viabilidade econômica da sua inclusão na dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. Exigências nutricionais de matrizes suínas gestantes e lactantes. In: Seminário Internacional de Aves e Suínos – Avesui. **Anais...**, p.33-59, 2005.

ABREU, M. L. T.; SARAIVA, A.; LANFERDINI, E.; FONSECA, L. S.; MOREIRA, R. H. R. Atualizando a nutrição de porcas hiperprolíficas. In: Simpósio Brasil Sul de Suinocultura. Chapecó-SC. **Anais...** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves. p.70-92, 2013.

ABRIL, R.; GARRETT, J.; ZELLER, S. G.; SANDER, W. J.; MAST, R. W. Safety assessment of DHA-rich microalgae from *Schizochytrium* sp. Part V: Target animal safety/toxicity study in growing swine. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 37, p. 73-82, 2003.

AGRINESS. **Melhores da Suinocultura 2007-2008**. 1.ed. 2008. 7 p.

AGRINESS. **Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos**. 10.ed. 2017. 40 p.

BEARE-ROGERS, J.; DIEFFENBACHER, A.; HOLM, J. V. Lexicon of lipid nutrition (IUPAC Technical Report). **Pure and Applied Chemistry**, v. 73, p. 685-744, 2001.

BOSCHINI, Carolina. **Antioxidantes na dieta de frangos de corte**. 2011, 75f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2011.

BOUDRY, G.; DOUARD, V.; MOUROT, J.; LALLES, J. P.; HUEROU-LURON I. Linseed oil in the maternal diet during gestation and lactation modifies fatty acid composition, mucosal architecture, and mast cell regulation of the ileal barrier in piglets. **Journal of Nutrition**, v. 139, p. 1110-1117, 2009.

CABRAL, N. O.; PROCESSI, E. F.; MATOS, M. B.; SOARES, R. T. R. N. Nutrition of moderns matrices and sows. **Nutritime**, v. 13, p. 4657-4664, 2016.

CALDER, P. C. N-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, p. 1505-1519, 2006.

CALDER, P. C. Fatty acids and inflammation: the cutting edge between food and pharma. **European Journal of Pharmacology**, v. 668, p. 50-58, 2011.

CALDER, P. C. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: nutrition or pharmacology? **British Journal of Clinical Pharmacology**, London, v. 75, p. 645–662, 2013.

CASELLA, S.; FAZIO, F.; GIANNETTO, C.; GIUDICE, E.; PICCIONE, G. Influence of transportation on serum concentrations of acute phase proteins in horse. **Research in Veterinary Science**, v.93, p 914-917, 2012.

CHEATHAM, C. L.; COLOMBO, J.; CARLSONN, S. E. n-3 Fatty acids and cognitive and visual acuity development: methodologic and conceptual considerations. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 83, p. 1458-1466, 2006.

CRAY, C.; ZAIAS, J.; ALTMAN, N. H. Acute phase response in animals: A review. **Comparative Medicine**, v. 59, p. 517-526, 2009.

CRAY C. Acute phase proteins in animals. **Progress in Molecular Biology and Translational Science**, v. 105, p. 113-150, 2012.

CYWINSKA, A.; SZARSKA, E.; KOWALSKA, A.; OSTASZEWSKI, P.; SCHOLLENBERGER, A. Gender differences in exercise-induced intravascular haemolysis during race training in thoroughbred horses. **Research in Veterinary Science**, v. 90, p. 133-137, 2011.

DECLERCK, I.; DEWULF, J.; SARRAZIN, S.; MAES, D. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 1633-1643, 2016.

DESALDELEER C.; FERRET-BERNARD, S.; QUELEN, F.; LE NORMAND, L.; PERRIER, C.; SAVARY, G.; ROMÉ, C.; MICHEL, C.; MOURO, J.; LE HUEROU-LURON, I.; BOUDRY, G. Maternal 18:3n-3 favors piglet intestinal passage of LPS and promotes intestinal anti-inflammatory response to this bacterial ligand. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 25, p. 1090-1098, 2014.

DIAL, G. D.; MARSH, W. E.; POLSON, D. D.; VAILLANCOURT, J. P. Reproductive failure: differential diagnosis. In: LEMAN, A. L.; STRAW B. E.; MENGELING W. L.; D'ALLAIRE S.; TAYLOR, D. J. **Disease of swine**. 7th ed. Ames: Iowa State University Press; 1992. p. 83–137.

DINNETZ, J. M.; FURTNEY, S. R.; PENDERGRAFT, J. S.; DAVIS, E. G.; EPP, T. S.; MINTON, J. E. Omega-3 fatty acid supplementation reduces basal TNF α but not toll-like receptor-stimulated TNF α in full-sized and miniature mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 33, p. 523-529, 2013.

DUTRA JUNIOR, W. M.; CANTARELLI, V. S. Exigências de energia para suínos. In: SAKOMURA, N. K., SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não-Ruminantes**, Jaboticabal: FUNEP, 2014. p. 328-344.

EDWARDS, S. A.; BULMAN, C.; BREUER, K.; O'CONNELL, N. E.; SNEDDON, I. A.; SUTCLIFFE, M. E. M.; MERCER, J. T.; RANCE, K. A. The effect of DHA supplementation of the maternal diet on the performance and behaviour of piglets. In: **Proceedings of 'The Appliance of Pig Science'**. An Occasional Meeting of the British Society of Animal Science. Nottingham, p. 28, 2003.

FOXCROFT, G. R.; TOWN, S. C. Prenatal programming of postnatal performance – the unseen cause of variance. **Advances in Pork Production**, v. 15, p. 269-279, 2004.

GABAY, C.; KUSHNER, I. Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. **New England Journal of Medicine**, v. 340, p. 448–454, 1999.

GIUSEPPE R.; ROGGI C.; CENAN H. n-3 LC-PUFA supplementation: effects on infant and maternal outcomes. **European Journal of Nutrition**, v. 53, p. 1147-1154, 2014.

GRUYS, E.; TOUSSAINT, M. J.; NIEWOLD, T. A.; KOOPMANS, S. J. Acute phase reaction and acute phase proteins. **Journal of Zhejiang University**, p. 1045-1056, 2005.

HAKIM, A. R. The potential of heterotrophic microalgae (*Schizochytrium* sp.) as a source of DHA. **Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 29-38, 2012.

HINES, M. T.; SCHOTT, H. C.; BAYLY, W. M.; LEROUX, A. J. Exercise and immunity: a review with emphasis on the horse. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 10, p. 280-289, 1996.

HORVATH, A.; KOLETZKO, B.; SZAJEWSKA, H. Effect of supplementation of women in high-risk pregnancies with long-chain polyunsaturated fatty acids on pregnancy outcomes and growth measures at birth: a meta-analysis of randomized controlled trials. **British Journal of Nutrition**, v. 98, p. 253-259, 2007.

JIN, C.; FANG, Z.; LIN, Y.; CHE, L.; WU, C.; XU, S.; FENG, B.; LI, J.; WU, D. Influence of dietary fat source on sow and litter performance, colostrum and milk fatty acid profile in late gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 1768–1778, 2017.

KIM, S. W.; EASTER, R. A. Amino Acid Utilization for Reproduction in Sows. In: D’MELLO, J. P. F. **Amino Acids in Animal Nutrition**, 2 ed., Cabi Publishing, 2003, p. 203-222.

KIM, S. W.; WU, G.; BAKER, D. H. Ideal protein and dietary amino acid requirements for gestating and lactating sows. **Pig News and Information**, v. 26, p. 89-99, 2005.

KIM, S. W.; HURLEY, W. L.; WU, G.; JI, F. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 123-132, 2009.

LEHNEN, C. R. **Programas alimentares de porcas gestantes e lactantes utilizando o modelo Inraporc®**. 2012. f. 98. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

MAGNABOSCO, D. **Influência da suplementação de lisina no terço final da gestação sobre o desempenho de primíparas suínas e sua leitegada**. 2011. f. 54. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MARRIOTT, N. G.; GARRETT, J. E.; SIMS, M. D.; ABRIL, J. Performance characteristics and fatty acid composition of pigs fed a diet with docosahexaenoic acid. **Journal of Muscle Foods**, v. 13, p. 265-277, 2002.

MATEO, R. D.; CARROLL, J. A.; HYUN, Y.; SMITH, S.; KIM, S. W. Effect of dietary supplementation of n-3 fatty acids and elevated concentrations of dietary protein on the performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 948–959, 2009.

McPHERSON, R. L.; JI, F.; WU G.; BLANTON J. R.; KIM S. W. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2534-2540, 2004.

MEADUS, W. J.; DUFF, P.; UTTARO, B.; AALHUS, J. L.; ROLLAND, D. C.; GIBSON, L. L.; DUGAN, M. E. Production of docosahexaenoic acid (DHA) enriched bacon. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 465-472, 2010.

MORI T. A. Dietary n-3 PUFA and CVD: a review of the evidence. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 73, p. 57-64, 2014.

MOZAFFARIAN D.; WU J. H. Y. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 58, p 2047-2067, 2011.

MURATA, H.; SHIMAD, N.; YOSHIOKA, M. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. **Veterinary Journal**, v. 168, p. 28–40, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 11 ed. Washington, DC: National Academic Press, 2012, 400 p.

OLIVEIRA, V. F.; SANTOS FILHO, J. I. Indicadores econômicos e custo de produção em suinocultura. In: **Produção de Suínos – Teoria e Prática**, Brasília: ABCS, 2014. P. 178-187.

PANZARDI, A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Factors that influence the piglet birth weight. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 49-60, 2009.

PAPADOPOULOS, G. A.; MAES, D. G. D.; WEYENBERG, S. V.; KEMPEN, T. A. T. G. V.; BUYSE, J.; JANSSENS, G. P. J. Peripartal feeding strategy with different n-6:n-3 ratios in sows: effects on sows' performance, inflammatory and periparturient metabolic parameters. **British Journal of Nutrition**, v. 101, p. 348–357, 2009.

PETERSEN, H. H.; NIELSEN, J. P.; HEEGAARD, P. M. H. Application of the acute phase measurements in veterinary clinical chemistry. **Veterinary Research**, v. 35, p. 163–187, 2004.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Ed. Varela, 2005. 95 p.

QADIR, A. B.; MAULOODM, I. M.; MAJEED, Z. R. Effects of omega-3 and l-carnitine on some hematological parameters in sucrose treated male albino rats. **Journal Duhok University**, v. 12, p. 125–128, 2009.

QUELEN, F.; BOUDRY, G.; MOUROT, J. Linseed oil in the maternal diet increases long chain-PUFA status of the foetus and the newborn during the suckling period in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 104, p. 533–543, 2010.

ROOKE, J. A.; SINCLAIR, A. G.; EDWARDS, S. A. Feeding tuna oil to the sow at different times during pregnancy has different effects on piglet long-chain polyunsaturated fatty acid composition at birth and subsequent growth. **British Journal of Nutrition.**, v. 86, p. 21-39, 2001a.

ROOKE, J. A.; SINCLAIR, A. G.; EDWARDS, S. A.; CORDOBA, R.; PKIYACH, S.; PENNY, P. C.; PENNY, P.; FINCH, A. M.; HORGAN, G. W. The effect of feeding salmon oil to sows throughout pregnancy on pre-weaning mortality of piglets. **Animal Science**, v. 73, p. 489–500, 2001b.

ROOKE, J. A.; FERGUSON, E. M.; SINCLAIR, A. G.; SPEAKE, B. K. Fatty acids and reproduction in the pig. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham, UK: Nottingham University Press; 2003. 207 p.

RUSSO, G. L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. **Biochemical Pharmacology**, v. 77, p. 937–946, 2009.

SALEM, N.; EGGERSDORFER, M. Is the world supply of omega-3 fatty acids adequate for optimal human nutrition? **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 18, p. 147-154, 2015.

SARDI, L.; MARTELLI, G.; LAMBERTINI, L.; PARISINI, P.; MORDENTI, A. Effects of a dietary supplement of DHA-rich marine algae on Italian heavy pig production parameters. **Livestock Science**, v. 103, p. 95–103, 2006.

SILVA, B. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance reprodutiva nos trópicos. **Suínos e Cia**, v. 6, n.37, p. 10-31, 2010.

SINGH M. Essential fatty acids, DHA and human brain. **Indian Journal of Pediatrics**, v. 72, p. 239-242, 2005.

SMITS, R.J.; LUXFORD, B.G.; MITCHELL, M.; NOTTLE, M.B. Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing omega 3 fatty acids from fish oil. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2731–2738, 2011.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. 1998. **Suinocultura Intensiva**: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: EMBRAPA, SPI. 388p.

SUFFREDINI, A, F.; FANTUZZI, G.; BADOLATO, R.; OPPENHEIM, J. J.; O'GRADY, N. P. New insights into the biology of the acute phase response. **Journal of Clinical Immunology**, v. 19, p. 203-214, 1999.

TANGHE, S.; SMET, S.D. 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, p. 560–569, 2013.

TANGHE, S.; MISSOTEN, J.; RAES, K.; VANGEYTE, J.; SMET, S. Diverse effects of linseed oil and fish oil in diets for sows on reproductive performance and pre-weaning growth of piglets. **Livestock Science**, v. 164 p. 109–118, 2014.

TROTTIER, N. L.; JOHNSTON, L. J. Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 725-770.

UAUY, R.; BIRCH, E.; BIRCH, D.; PEIRANO, P. Visual and brain function measurements in studies of n-3 fatty acid requirements of infants. **Journal of Pediatrics**, v. 120, p. 168-180, 1992.

WANG, C.; HARRIS, W. S.; CHUNG, M.; LICHTENSTEIN, A. H.; BALK, E. M.; KUPELNICK, B.; JORDAN, H. S.; LAU, J.; n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α -linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 5–17, 2006.

CAPÍTULO II – ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS NO TERÇO INICIAL DA GESTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do ácido docosahexaenóico (DHA), utilizando como fonte a farinha de alga *Schizochytrium* sp., nas dietas para porcas no terço inicial da gestação sobre quantidade de leitões nascidos vivos e totais, peso médio (PM) ao nascer e desmame, ganho de peso diário (GPD) e mortalidade durante a lactação, coeficiente de variação dos pesos (CVP), conversão alimentar (CA), consumo de ração, intervalo desmame-cio (IDC) e viabilidade econômica. Foram utilizadas 51 porcas de 3ª a 5ª ordem de parto, distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos, 17 repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma porca. Os animais receberam as dietas experimentais a partir do primeiro dia da inseminação até 38 dias de gestação: Controle: ração controle (sem aditivo); 2000: ração controle com adição de 15 g de ALL-G RICH™ (farinha de algas *Schizochytrium* sp. - 2333 mg de DHA por dia por porca); 4000: ração controle com adição de 30 g de ALL-G RICH™ (farinha de algas *Schizochytrium* sp. - 4666 mg de DHA por dia por porca). Conforme aumentou a inclusão de DHA nas dietas das porcas, houve efeito linear crescente para as seguintes variáveis: ganho de peso diário dos leitões; e efeito linear decrescente para a conversão alimentar e a mortalidade dos leitões ($P < 0,05$), com tendência ($P < 0,10$) de aumentar o peso médio ao desmame e duração do parto, e diminuir o intervalo desmame-cio da porca. O tratamento 4000 apresentou aos maiores custos com alimentação por matriz e do kg de ganho de peso dos leitões, receitas bruta e líquida. Conclui-se que em função dos resultados obtidos, que a suplementação de 4666 mg/dia de DHA, proveniente da alga marinha *Schizochytrium* sp., em dietas de fêmeas suínas no terço inicial da gestação apresenta benefícios sobre os leitões, na recuperação da fêmea para novo ciclo reprodutivo e na viabilidade econômica.

Palavras-chave: nutrição animal, ômega-3, *Schizochytrium* sp, suínos.

CHAPTER II – DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA) IN DIET OF SOWS IN THE INITIAL THIRD OF GESTATION

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of docosahexaenoic acid (DHA), using as source the *Schizochytrium sp.* algae meal, in diets of pregnant sows in the initial third of gestation on number of piglets born alive and total, average body weight (BW) at birth and weaning, average daily gain (ADG), feed conversion (FC), ration consumption, weaning-to-heat interval (WHI), and economical analysis. Fifty-one sows were sorted in a randomized blocked design with 3 treatments and 17 replicates, each sow was an experimental unit. Animals were fed experimental diets from the insemination date until 38 d of gestation: Control, control diet (with no algae meal); 2000, control diet supplemented with 15 g of ALL-G RICH™ (*Schizochytrium sp.* algae meal - 2333 mg DHA/d per sow), and 4000, control diet supplemented with 30 g of ALL-G RICH™ (*Schizochytrium sp.* algae meal - 4666 mg DHA/d per sow). As the inclusion of DHA in diets of sows increased, there was an increasing linear effect for the following parameters: ADG of piglets, and a linear decrease on FC and piglets mortality ($P < 0.05$), with a trend towards ($P < 0.10$) to an increase the BW at weaning and partum length as well as a tendency to decrease the (WHI) of sows. The 4000 treatment increased the costs with feed per sow and kg of weight gain of piglets and revenues. Based on these results, the price paid per kg of weaned piglet, and the cost of *Schizochytrium sp.* algae meal, there is justification for the utilization of 4666 mg/day of DHA of these algae in diets in the initial third of gestation.

Keywords: animal nutrition, omega-3, *Schizochytrium sp.*, swine.

INTRODUÇÃO

A nutrição das porcas tem papel importante na uniformidade das leitegadas, na quantidade de leitões de baixa viabilidade, na imunidade e prolificidade das fêmeas e na mortalidade e desenvolvimento dos leitões na maternidade (MAGNABOSCO, 2011). Desta maneira, tem-se buscado o uso de novas tecnologias nutricionais que proporcionem melhor saúde e desempenho aos animais.

Dentre os desafios nutricionais, merece destaque a dieta utilizada no terço inicial da gestação. O processo de desenvolvimento embrionário da fibra muscular se inicia no terço inicial da gestação e é determinante para estimular a hipertrofia muscular, que está relacionada com os pesos ao nascer, ao desmame e ao abate. Animais que apresentam maiores quantidades de fibras musculares têm crescimento superior quando comparados com animais com menor número dessas fibras (DWYER et al., 1994; REHFELDT e KUHN, 2006). Considerando a importância deste período, os nutricionistas têm avaliado aditivos nas dietas das porcas para melhorar os índices produtivos e reprodutivos.

Dentre os aditivos estudados destacam-se os probióticos, prebióticos e, mais recentemente, as fontes de ácido docosahexaenoico (DHA), com destaque a farinha de algas marinhas.

As algas marinhas são antioxidantes naturais, devido a presença dos ácidos graxos poli-insaturados, que eliminam ou minimizam os danos oxidativos. Devido ao seu poder antioxidante, estas estão sendo utilizadas tanto para as indústrias alimentícias e farmacêuticas, bem como para a nutrição animal (BOSCHINI, 2011).

As algas marinhas do gênero *Schizochytrium* sp., merece destaque por conter até 48% de DHA do total de gordura. O DHA é o ácido graxo poli-insaturado mais longo e o mais insaturado, do grupo ômega-3, portanto, pode ser considerado o mais importante (HAKIM, 2012).

O DHA exerce funções importantes, como aumentos dos metabolismo, crescimento muscular, produção de energia, transporte de oxigênio, regulação da pressão sanguínea e imunidade (FAGUNDES, 2002; WANG et al., 2006). Esses, são

fatores que influenciam na produção e saúde da porca gestante e, conseqüentemente, nos desenvolvimentos do feto e do embrião.

A literatura mostra que a suplementação de ácidos graxos poli-insaturados, como o DHA, nas dietas de porcas, pode ter efeito positivo sobre o desempenho dos leitões (SMITS et al., 2011; TANGHE e SMET, 2013; TANGHE et al, 2014). Entretanto existem poucos estudos que comprovem estes efeitos do DHA, por meio da suplementação de farinha de algas marinhas, do gênero *Schizochytrium* sp, nas dietas de porcas no terço inicial da gestação.

Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do DHA, contido na alga marinha *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas no terço inicial da gestação, sobre quantidade de leitões nascidos vivos, totais, natimortos, mumificados e uniformidade, peso ao nascer e desmame, duração do parto e desempenho dos leitões durante o aleitamento (ganho de peso diário e mortalidade), consumo de ração, conversão alimentar, intervalo desmame-cio e viabilidade econômica da sua inclusão na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em granja comercial, localizada no município de Cristais Paulista, São Paulo – Brasil e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal – SP (Protocolo nº 23543/15). Foram utilizadas 51 fêmeas suínas de 3ª a 5ª ordem de parto, da mesma linhagem comercial (Camborough® - Agrocere PIC), distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 17 repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma porca. Os tratamentos experimentais foram assim constituídos:

- **Controle:** fêmeas recebendo ração controle (sem aditivo);

- **2000**: fêmeas recebendo ração controle suplementadas com 15 g de ALL-G RICH™¹ (farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp.), equivalente a 2333 mg de DHA por dia por porca;

- **4000**: fêmeas recebendo ração controle suplementadas com 30 g de ALL-G RICH™¹ (farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp.), equivalente a 4666 mg de DHA por dia por porca.

As dietas experimentais foram formuladas à base de sorgo, milho e farelo de soja, permanecendo isoprotéicas (Tabela 1). Foram fornecidas as dietas experimentais, com farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp., após a primeira inseminação até 38 dias de gestação da fêmea, sendo 2,2 kg por porca/dia. A partir do 39º dia de gestação todas as fêmeas consumiram ração sem a farinha de alga *Schizochytrium* sp.. Dos 80º dia de gestação até o dia do parto todas fêmeas consumiram ração pré-lactação, sendo 3,0 kg por porca/dia, após o parto as porcas consumiram a ração lactação, 4,0 kg por porca /dia nos 3 primeiros dias, e depois 8,0 kg por porca/dia até o desmame.

As fêmeas foram submetidas à indução do parto aos 114 dias de idade gestacional, pelo uso do Cloprostenol Sódio (Sincrocio®), seguindo as recomendações do fabricante (0,5 mL pela submucosa vulvar por porca). A duração da gestação foi calculada considerando o dia de realização da primeira inseminação como o dia zero.

Os partos foram assistidos e todos os leitões receberam os primeiros cuidados (colostro, corte e desinfecção de umbigo e corte da cauda), aplicação de ferro dextrano no terceiro dia de vida e castração dos machos no sétimo dia de vida. A duração do parto foi considerada quando nasceu o primeiro e o último leitão, como o início e o término do parto, respectivamente.

¹ O teor de DHA da farinha de alga *Schizochytrium* sp. ALL-G RICH™ foi determinado por cromatografia gasosa, realizado no Laboratório de Bioquímica e Biologia Celular do departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Tabela 1. Composições centesimal das dietas experimentais.

Dietas Experimentais			
Ingredientes, %	Gestação	Pré-Lactação	Lactação
Sorgo	56,420	53,625	0,000
Milho	0,000	0,000	53,820
Farelo de Soja	14,750	17,000	23,400
Farelo de Trigo	23,750	14,625	0,000
Bolacha	0,000	7,000	15,400
Óleo de Soja	1,100	0,600	2,000
Sulfato de Lisina, 54,6%	0,260	0,250	0,580
L-Treonina, 98%	0,050	0,140	0,150
DL-Metionina, 99%	0,020	0,100	0,150
L-Triptofano, 98%	0,000	0,000	0,00
Blend Mineral e Vitamínico	2,000	5,000	4,000
Fosfato Bicálcico	1,100	1,000	0,000
Calcário	0,300	0,120	0,000
Sulfato de Magnésio	0,000	0,300	0,000
Bicarbonato de Sódio	0,000	0,000	0,300
Adsorvente	0,250	0,240	0,200
Total	100,00	100,00	100,00

Desempenho da porca e avaliação dos leitões

No parto, foram registrados o número de leitões nascidos vivos, natimortos, mumificados e a duração do parto (h). Os leitões nascidos vivos e natimortos foram pesados individualmente, para o cálculo do peso médio ao nascer (kg/leitão) e da uniformidade das leitegadas, por meio do coeficiente de variação dos pesos dos leitões. Após 24h do início do parto, os leitões foram equalizados, entre as leitegadas do mesmo tratamento, deixando com a porca apenas 12, 13 ou 14 leitões. Para o cálculo do ganho de peso médio diário (GPD – kg/dia), os leitões foram pesados individualmente nos tempos: início (considerou o peso após a equalização), e aos 21 dias de idade após o nascimento (desmame).

Em cada tempo citado, foi avaliado a uniformidade das leitegadas, pelo coeficiente de variação dos pesos dos leitões por leitegada.

O consumo de ração diário (CRD), em kg/dia, foi a média diária do consumo das rações gestação e lactação. Para o cálculo da conversão alimentar considerou-se o

consumo de ração total das porcas durante a gestação e lactação sobre o ganho de peso total dos leitões durante a lactação.

No período de lactação foi registrado o número de leitões mortos para o cálculo da mortalidade.

Determinação do intervalo desmame-cio

Após o desmame, as fêmeas suínas foram transferidas ao setor de gestação e alojadas em gaiolas individuais. A detecção do cio foi realizada diariamente com a presença do cachaço duas vezes ao dia (manhã e tarde) quanto ao reflexo de tolerância ao macho (RTM) e reflexo de tolerância ao homem (RTH). Com auxílio do RTH e RTM, detectou o cio de cada fêmea, registrando-se o intervalo desmame-cio (IDC).

Viabilidade econômica

Foram realizadas simulações do custo total com alimentação, do custo por kg de ganho de peso do leitão, da receita bruta e da receita líquida calculados por porca (adaptado de VIER et al., 2017), ao longo do período de setembro de 2016 a agosto de 2017 (Tabela 2). O custo total com alimentação, em reais (R\$), foi calculado pela multiplicação do consumo de ração total da porca durante a gestação e lactação (kg) pelo preço médio das rações (R\$/kg) na região de São Carlos – SP, mais o custo diário com a farinha de alga *Schizochytrium* sp., R\$ 0,825 (15 g/dia) e R\$ 1,650 (30 g/dia) para os tratamentos 2000 e 4000, respectivamente.

O custo por kg de ganho de peso, em reais por quilograma (R\$/kg), foi calculado dividindo-se o custo total com alimentação da porca durante a gestação e lactação (R\$) pelo ganho de peso total dos leitões durante a lactação (kg). A Receita bruta, em R\$, foi calculada multiplicando-se o peso total dos leitões (kg) no dia do desmame por 20% do preço médio da @ dos suínos ao abate (R\$/kg) na região de São Carlos – SP. Para calcular a receita líquida, em R\$, o custo total com alimentação (R\$) foi subtraído da Receita bruta (R\$).

Tabela 2. Valores em R\$/kg, da ração e suíno, ao longo do período de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Período	Ração, R\$/kg	Suíno¹, R\$/kg
Setembro / 2016	1,138	15,525
Outubro / 2016	1,111	15,788
Novembro / 2016	1,044	16,013
Dezembro / 2016	0,986	17,700
Janeiro / 2017	0,985	16,688
Fevereiro / 2017	0,979	19,463
Março / 2017	0,908	17,738
Abril / 2017	0,881	15,975
Maio / 2017	0,869	15,938
Junho / 2017	0,855	14,625
Julho / 2017	0,831	14,438
Agosto / 2017	0,833	16,350

¹Preço pago por kg de leitão desmamado na região de São Carlos – SP corresponde a 20% do preço médio da @ dos suínos ao abate.

Análise Estatística

Os dados de desempenho das porcas e leitões, duração do parto e intervalo desmame-cio foram submetidos à análise de variância e polinômios ortogonais, sendo avaliados para determinar os efeitos lineares e quadráticos do aumento dos níveis de DHA nas dietas, usando o procedimento PROC GLM. Para todos os testes a significância foi de $P \leq 0,05$ e a tendência foi de $P > 0,05$ e $P \leq 0,10$. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS modelo 9.4.

RESULTADOS

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas não influenciou ($P > 0,10$) o peso médio (PM) dos nascidos e após a equalização, coeficiente de variação de peso (CVP), consumo de ração diário (CRD), nascidos vivos e totais, desmamados e porcentagem de natimortos e mumificados (Tabela 3).

O peso médio (PM) aos 21 dias teve tendência de aumento linear ($P < 0,10$), conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas (Tabela 3).

Níveis crescentes de inclusão de DHA nas dietas experimentais, aumentaram linearmente ($P < 0,05$) o ganho de peso diário (GPD) dos leitões, melhoraram a conversão alimentar (CA) das porcas e reduziram a mortalidade dos leitões (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis de desempenho dos leitões em diferentes idades, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ²	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P		
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática	
PM, kg	Ao nascer	1,362	1,384	1,438	0,034	0,166	0,734
	Equalização ^{3a}	1,407	1,429	1,490	0,038	0,177	0,710
	21 dias	5,599	5,827	5,887	0,093	0,054	0,510
CVP, %	Ao nascer	18,980	21,000	20,600	0,009	0,253	0,350
	Equalização ³	17,100	19,400	17,900	0,011	0,621	0,198
	21 dias	6,900	6,500	7,200	0,004	0,663	0,311
GPD, kg/dia		0,194	0,206	0,208	0,004	0,031	0,393
CRD, kg		3,148	3,148	3,148	-	-	-
CA ⁴		8,436	7,995	7,690	0,221	0,036	0,821
Nascidos	Vivos	15,058	14,647	14,588	0,457	0,513	0,777
	Totais	15,352	15,117	15,176	0,454	0,805	0,812
Natimortos e Mumificados, %		1,969	3,052	3,639	1,157	0,361	0,875
Equalização ^{3b}		13,588	12,882	12,941	0,269	0,127	0,294
Desmamados ⁵		12,588	12,352	12,833	0,223	0,498	0,242
Mortalidade, %		7,105	3,962	1,764	1,142	0,004	0,761

¹Controle: ração controle (sem aditivo); **2000**: ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000**: ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²PM: Peso Médio dos leitões; **CVP**: Coeficiente de Variação dos Pesos dos leitões; **GPD**: Ganho de Peso Diário dos leitões; **CRD**: Consumo médio de Ração Diário das porcas na gestação e lactação; **Nat/Mum**: porcentagem de Natimortos e Mumificados. ³Equalização: ^aPeso médio e ^bquantidade de leitões por porca após a equalização (24h após o início do parto). ⁴CA: Conversão Alimentar = Consumo de ração total da porca durante a gestação e lactação / ganho de peso total dos leitões durante a lactação. ⁵Desmamados: Média de leitões por porca no dia do desmame (21 dias de lactação).

Para a duração do parto e intervalo desmame-cio (IDC) houve tendência de aumento e diminuição linear ($P < 0,10$), respectivamente, conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios das variáveis duração do parto e IDC (intervalo desmame-cio), em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
Duração do parto, h	4,199	4,127	5,007	0,279	0,066	0,206
IDC, dias	4,727	4,384	4,166	0,202	0,086	0,814

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca.

Os custos por matriz e do kg por ganho de peso dos leitões e a Receita bruta foram menores e maiores para os tratamentos Controle e 4000, respectivamente, em todos os meses analisados. Já a Receita Líquida foi menor e maior para os tratamentos 2000 e 4000, respectivamente, no período analisado (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Valores médios das variáveis da viabilidade econômica de setembro a dezembro de 2016, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ² , R\$	Tratamentos ¹			
	Controle	2000	4000	
Setembro	Custo/matriz	483,650	515,000	546,350
	Custo/kg de GP ³	6,941	7,203	7,319
	Receita bruta	1093,144	1115,019	1171,048
	Receita líquida	609,494	600,019	624,698
Outubro	Custo/matriz	472,175	503,525	534,875
	Custo/kg de GP	6,777	7,043	7,165
	Receita bruta	1111,591	1133,835	1190,809
	Receita líquida	639,416	630,310	655,934
Novembro	Custo/matriz	443,700	475,050	506,400
	Custo/kg de GP	6,368	6,645	6,783
	Receita bruta	1127,362	1149,922	1207,704
	Receita líquida	683,662	674,872	701,304
Dezembro	Custo/matriz	419,050	450,400	481,750
	Custo/kg de GP	6,014	6,300	6,453
	Receita bruta	1246,210	1271,148	1335,021
	Receita líquida	827,160	820,748	853,271

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Custo/Matriz:** Consumo total de ração da porca durante a gestação e lactação (kg) X preço da ração (R\$/kg); **Custo/kg de GP:** Custo total com alimentação por porca (R\$) / ganho de peso dos leitões durante a lactação (kg); **Receita bruta:** Peso total dos leitões no desmame (kg) X preço por kg do leitão (R\$/kg); **Receita líquida:** Receita bruta (R\$) – custo total com alimentação por porca (R\$). ³**Custo/kg de GP** = R\$/kg.

Tabela 6. Valores médios das variáveis da viabilidade econômica de janeiro a agosto de 2017, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ² , R\$	Tratamentos ¹			
	Controle	2000	4000	
Janeiro	Custo/matriz	418,625	449,975	481,325
	Custo/kg de GP ³	6,008	6,294	6,447
	Receita bruta	1174,958	1198,470	1258,691
	Receita líquida	756,333	748,495	777,366
Fevereiro	Custo/matriz	416,075	447,425	478,775
	Custo/kg de GP	5,971	6,258	6,413
	Receita bruta	1370,268	1397,688	1467,920
	Receita líquida	954,193	950,263	989,145
Março	Custo/matriz	385,900	417,250	448,600
	Custo/kg de GP	5,538	5,836	6,009
	Receita bruta	1248,885	1273,877	1337,887
	Receita líquida	862,986	856,627	889,288
Abril	Custo/matriz	374,425	405,775	437,125
	Custo/kg de GP	5,374	5,676	5,855
	Receita bruta	901,004	1067,759	1122,830
	Receita líquida	750,403	741,562	767,864
Maio	Custo/matriz	369,325	400,675	432,025
	Custo/kg de GP	5,300	5,604	5,787
	Receita bruta	898,866	1065,220	1120,160
	Receita líquida	752,827	743,933	770,098
Junho	Custo/matriz	363,375	394,725	426,075
	Custo/kg de GP	5,215	5,521	5,707
	Receita bruta	825,028	977,561	1027,979
	Receita líquida	666,403	655,660	677,090
Julho	Custo/matriz	353,175	384,525	415,875
	Custo/kg de GP	5,069	5,378	5,571
	Receita bruta	814,448	965,000	1014,770
	Receita líquida	663,366	652,358	673,110
Agosto	Custo/matriz	354,025	385,375	416,725
	Custo/kg de GP	5,081	5,390	5,582
	Receita bruta	922,053	1092,747	1149,108
	Receita líquida	797,135	788,821	816,473

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Custo/Matriz:** Consumo total de ração da porca durante a gestação e lactação (kg) X preço da ração (R\$/kg); **Custo/kg de GP:** Custo total com alimentação por porca (R\$) / ganho de peso dos leitões durante a lactação (kg); **Receita bruta:** Peso total dos leitões no desmame (kg) X preço por kg do leitão (R\$/kg); **Receita líquida:** Receita bruta (R\$) – custo total com alimentação por porca (R\$). ³**Custo/kg de GP = R\$/kg.**

DISCUSSÃO

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas das porcas no terço inicial da gestação não influenciou o peso médio dos nascidos e equalização, coeficiente de variação de peso, consumo de ração diário das porcas, o número de nascidos vivos e totais, desmamados e as porcentagens de natimortos e mumificados. Entretanto melhorou o peso médio aos 21 dias, o ganho de peso diário e a mortalidade dos leitões e, a conversão alimentar das porcas conforme elevam-se os níveis de DHA nas dietas.

Observou-se que a melhora do desempenho não foi notada nas variáveis relacionadas ao parto (números de nascidos, natimortos, uniformidade e peso médio ao nascer), entretanto melhorou durante a lactação, de acordo com o desenvolvimento do leitão. A inclusão do DHA nas dietas das porcas gestantes nos primeiros 38 dias de gestação pode ter influenciado na formação das fibras musculares dos leitões, auxiliando no processo da miogênese durante a gestação que contribuiu para melhores ganho de peso (DU *et al.*, 2015) e, conseqüentemente, melhora a conversão alimentar das porcas e mortalidade dos leitões.

A miogênese, processo de desenvolvimento embrionário da fibra muscular, se inicia no terço inicial da gestação e é determinante para estimular a hipertrofia muscular, que está relacionada com os pesos ao nascer, ao desmame e ao abate. Animais que apresentam maiores quantidades de fibras musculares, têm crescimento superior quando comparados com animais com menores quantidades de fibras (DWYER *et al.*, 1994; REHFELDT e KUHN, 2006).

A formação das fibras musculares se dá em duas etapas, sendo a primeira delas, a formação de um esqueleto por um conjunto de fibras primárias, cuja formação se deve somente pela genética. A segunda etapa é marcada pela hiperplasia das fibras secundárias, onde diversos eventos podem ter influência, incluindo fatores nutricionais da fêmea durante a gestação (PANZARDI *et al.*, 2009).

O fornecimento desbalanceado de nutrientes neste período da gestação afeta o desenvolvimento do feto, que poderá apresentar baixo número de fibras musculares e, conseqüentemente, menor peso ao nascimento. Uma melhora na proliferação das

células que darão origem às fibras musculares aumenta o crescimento muscular, resultando em maior capacidade de ganho de peso (DU et al., 2015).

Dwyer et al. (1994) observaram que porcas com maior aporte nutricional antes do desenvolvimento das fibras secundárias, que ocorre por volta do 25º ao 50º dia de gestação, apresentaram melhores resultados, com aumento de aproximadamente 13% no número de fibras musculares dos leitões.

Tanghe e Smet (2013) ao avaliarem os efeitos do ômega-3 nas dietas das porcas gestantes, relataram que o ácido não influenciou o peso dos leitões ao nascimento, embora tenham mostrado efeitos positivos sobre a vitalidade dos leitões, o crescimento durante o aleitamento e após o desmame.

Os ácidos graxos poli-insaturados DHA e EPA, participam da produção de energia, da transferência de oxigênio para a corrente sanguínea, da síntese da hemoglobina, da divisão celular, da transmissão de impulsos nervosos e da função cerebral (YEHUDA et al., 2002). Desta forma, tornam-se fundamentais para a composição das membranas celulares e para produção de eicosanoides, que são mensageiros químicos que atuam na regulação da coagulação sanguínea, pressão sanguínea e imunidade (YOUDIM et al., 2000; FAGUNDES, 2002).

Walser et al. (2006), observaram que a inclusão de DHA e EPA na dieta de humanos durante seis semanas, aumentou o fluxo sanguíneo. O aumento do fluxo sanguíneo melhora o desenvolvimento de embriões e/ou fetos dos mamíferos durante a gestação. A vascularização insuficiente da placenta e o menor fluxo sanguíneo levam à deteriorização progressiva da função placentária, levando à diminuição da transferência transplacentária de O₂ e nutrientes para os fetos, resultando em menor crescimento intrauterino, comprometendo o crescimento e desenvolvimento de embriões e/ou fetos durante a gestação, principalmente em porcas, que são hiperprolíficas, devido a intensa disputa intrauterina entre os fetos (PANZARDI et al., 2009). Père e Etienne (2000) relataram que a restrição do fluxo sanguíneo no útero reduz o desenvolvimento fetal e/ou a sobrevivência. Crawford (2000) observou que, no útero, a placenta extrai seletivamente e substancialmente o DHA da mãe e enriquece a circulação fetal.

Deste modo, essa melhora na vascularização do útero e no desenvolvimento das fibras musculares, pode ter contribuído na formação do embrião e do feto, proporcionando os melhores resultados de GPD e diminuindo a mortalidade dos leitões durante o período de lactação.

Conforme já mencionado, o DHA melhora a vascularização do útero (WALSER et al., 2006), a saúde e a imunidade (WANG et al., 2006). Esses fatores podem contribuir para o bom desenvolvimento do útero durante a gestação, o qual apresentará melhor recuperação pós-parto, o que explica o menor intervalo desmame-cio obtido neste experimento, conforme aumentaram os níveis de inclusão de DHA nas dietas das porcas. Este resultado é importante para maximizar a produtividade e aumentar o número de partos/porca/ano, reduzindo o custo de produção (ANTUNES, 2007). Posser et al. (2018) não observaram efeitos das inclusões de 14 e 28 g de farinha de alga *Schizochytrium* sp. nas dietas das porcas gestantes e lactantes. Os autores relataram que a granja em estudo já apresentava reduzido intervalo desmame-cio e, deste modo, melhorias nesse índice seriam pouco evidenciadas.

Para o peso ao nascer não houve diferença entre as dietas das porcas. Entretanto, numericamente, o peso foi mais elevado com a maior inclusão de DHA nas dietas das porcas, fato que pode ter contribuído para o aumento da duração do parto. Leenhouders et al. (2002) relataram que leitões mais pesados apresentam maiores dificuldades durante o parto, devido ao seu tamanho, prolongando sua duração.

A inclusão de DHA, através da farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp., na dieta das porcas, durante os primeiros 38 dias de gestação, aumenta o custo por kg de leitão produzido. Porém, o tratamento 4000 obteve as maiores receitas bruta e líquida, em todos os meses analisados, devido à melhora no GPD e a diminuição da mortalidade dos leitões.

CONCLUSÃO

A suplementação de 4666 mg/dia de DHA, proveniente da alga marinha *Schizochytrium* sp., em dietas de fêmeas suínas no terço inicial de gestação apresenta benefícios sobre os leitões e na recuperação da fêmea para novo ciclo reprodutivo, uma vez que promovem melhora no desempenho e redução na mortalidade de leitões pós-natal e nas respostas reprodutivas da fêmea.

No cenário econômico avaliado de setembro de 2016 a agosto de 2017, a suplementação com 4666 mg de DHA, correspondente a 30 g/dia de farinha de alga *Schizochytrium* sp., durante os primeiros 38 dias de gestação das fêmeas aumentaram o custo por kg de leitão produzido e a receita líquida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, R. C. Pós-weaning management of sows with focus on the weaning to oestrus interval (WOI). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p. 38-40, 2007.

BOSCHINI, Carolina. **Antioxidantes na dieta de frangos de corte**. 2011, 75f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2011.

CRAWFORD, M. A. Placental delivery of arachidonic and docosahexaenoic acids: implications for the lipid nutrition of preterm infants. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 71, p. 275-284, 2000.

DU, M.; WANG, B.; FU, X.; YANG, Q.; ZHU, M. J. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v. 109, p. 40-47, 2015.

DWYER, C. M.; STICKLAND, N. C.; FLETCHER, J. M. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 911-917, 1994.

FAGUNDES, L. A. **Omega-3 e Omega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos**. Porto Alegre: AGE, 2002. 92p.

HAKIM, A. R. The potential of heterotrophic microalgae (*Schizochytrium* sp.) as a source of DHA. **Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 29-38, 2012.

LEENHOUWERS, J. I.; KNOL, E. F.; DE GROOT, P. N.; VOS, H.; VAN DER LENDE, T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1759-1770, 2002.

MAGNABOSCO, D. **Influência da suplementação de lisina no terço final da gestação sobre o desempenho de primíparas suínas e sua leitegada**. 2011. f. 54. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PANZARDI, A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Factors that influence the piglet birth weight. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 49-60, 2009.

PÈRE, M. C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, p. 369-382, 2000.

POSSER, C. J. M.; ALMEIDA, L. M.; MOREIRA, F.; BIANCHI, I.; GASPERIN, B. G.; LUCIA JR, T. Supplementation of diets with omega-3 fatty acids from microalgae: Effects on sow reproductive performance and metabolic parameters. **Livestock Science**, v. 207, p. 59–62, 2018.

REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 113-123, 2006.

SMITS, R.J.; LUXFORD, B.G.; MITCHELL, M.; NOTTLE, M.B. Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing omega 3 fatty acids from fish oil. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2731–2738, 2011.

TANGHE, S.; SMET, S.D. 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, p. 560–569, 2013.

TANGHE, S.; MISSOTEN, J.; RAES, K.; VANGHEYTE, J.; SMET, S. Diverse effects of linseed oil and fish oil in diets for sows on reproductive performance and pre-weaning growth of piglets. **Livestock Science**, v. 164 p. 109–118, 2014.

VIER, C. M.; WU, F.; MENEGAT, M. B.; CEMIN, H. S.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GONCALVES, M. A.; ORLANDO, U. A.; WOODWORTH, J. C.; GOODBAND, R. D.; DEROUCHÉY, J. M. Effects of Standardized Total Tract Digestible Phosphorus on Growth Performance, Carcass Characteristics, Bone Mineralization, and Economics of 53- to 287-lb Pigs. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v. 3, art. 44, p. 1-18, 2017.

WALSER, B.; GIORDANO, R. M.; STEBBINS, C. L. Supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids augments brachial artery dilation and blood flow during forearm contraction. **European Journal of Applied Physiology**, v.97, p. 347-54, 2006.

WANG, C.; HARRIS, W. S.; CHUNG, M.; LICHTENSTEIN, A. H.; BALK, E. M.; KUPELNICK, B.; JORDAN, H. S.; LAU, J.; n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α -linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 5-17, 2006.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R. L.; MOSTOFSKY, D. I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, v. 23, p. 843-853, 2002.

YOUDIM, K. A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J. A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 18, p. 383-399, 2000.

CAPÍTULO III – ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS NO TERÇO FINAL DA GESTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do ácido docosahexaenóico (DHA), utilizando como fonte a farinha de alga *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas no terço final da gestação, sobre escore corporal das porcas, quantidade de leitões nascidos vivos e totais, natimortos, desempenho dos leitões durante a lactação (peso médio, ganho de peso diário, mortalidade, coeficiente de variação dos pesos), conversão alimentar, composição bromatológica do colostro, proteína total do colostro e do sangue das porcas, consumo de ração e viabilidade econômica. Foram utilizadas 45 porcas, distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 15 repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma porca. Os animais foram alimentados dos 85 aos 114 dias de gestação, de acordo com as seguintes dietas experimentais: Controle: ração controle (sem aditivo); 2000: ração controle com adição de 15 g de ALL-G RICH™ (farinha de algas *Schizochytrium* sp. - 2333 mg de DHA por dia por porca); 4000: ração controle com adição de 30 g de ALL-G RICH™ (farinha de algas *Schizochytrium* sp. - 4666 mg de DHA por dia por porca). Houve aumentos lineares ($P < 0,05$) no DHA do colostro e no escore corporal das porcas ao desmame em relação as porcas com 85 dias de gestação conforme aumenta os níveis de DHA nas dietas. O tratamento 4000 apresentou aos maiores custos com alimentação por matriz e do kg de ganho de peso dos leitões, receitas bruta e líquida. Conclui-se que em função dos resultados obtidos, que a suplementação de 4666 mg/dia de DHA, proveniente da alga marinha *Schizochytrium* sp., em dietas de fêmeas suínas no terço final da gestação aumenta o DHA no colostro e melhora o escore corporal das porcas ao desmame e a viabilidade econômica.

Palavras-chave: imunidade, nutrição animal, ômega-3, *Schizochytrium* sp., suínos.

CHAPTER III – DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA) IN DIET OF SOWS IN THE FINAL THIRD OF GESTATION

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of docosahexaenoic acid (DHA), using as source the *Schizochytrium sp.* algae meal, rich in docosahexaenoic acid (DHA), in diets of pregnant sows in the final third of gestation on body condition score of sows, number of piglets born alive and total, stillborn, piglets performance over the lactation (average body weight, average daily gain, mortality), chemical composition of colostrum, total protein concentration of colostrum and blood of sows, ration consumption, and economical analysis. Forty-five sows were distributed to a randomized block design with 3 treatments and 15 replicates, wherein each sow was considered as the experimental unit. Animals were fed the experimental diets from 85 to 114 d of gestation: Control, control diet (with no algae meal); 2000, control diet supplemented with 15 g of ALL-G RICH™ (*Schizochytrium sp.* algae meal - 2333 mg DHA/d per sow), and 4000, control diet supplemented with 30 g of ALL-G RICH™ (*Schizochytrium sp.* algae meal - 4666 mg DHA/d per sow). As the DHA dietary levels increased, it was observed a linear increase ($P < 0.05$) on colostrum DHA concentration and body condition score at weaning compared to sows with 85 d of gestation. The 4000 treatment increased the costs with feed per sow and kg of weight gain of piglets and revenues. Based on results from this experiment, the price paid per kg of weaned piglet, and the cost of *Schizochytrium sp.* algae meal, there is justification for the utilization of 4666 mg/day of DHA of these algae in diets in the final third of gestation.

Keywords: animal nutrition, immunity, omega-3, *Schizochytrium sp.*, swine.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produtividade das granjas suínas aumentou e um dos fatores que contribuiu para isso foi a hiperprolificidade das porcas. Atualmente temos granjas suínas com mais de 36 desmamados/fêmea/ano (AGRINESS, 2017). Entretanto, fêmeas hiperprolíficas produzem, normalmente, leitões de menor peso vivo ao nascimento e, conseqüentemente, prejudica a uniformidade da leitegada, apresentando maior variabilidade de peso entre os leitões (PANZARDI et al., 2009). O menor peso ao nascimento interfere, diretamente, no peso ao desmame e na mortalidade dos leitões na maternidade, logo, pode diminuir a produtividade e a lucratividade do suinocultor.

Desta forma, os nutricionistas têm buscado o uso de novas tecnologias nutricionais para melhorar estes índices zootécnicos, principalmente durante o terço final da gestação das porcas, tendo em vista que esse período está associado ao desenvolvimento fetal, peso ao nascer e uniformidade da leitegada (TROTIER e JOHNSTON, 2001; LEHNEN, 2012; POSSER et al, 2018),

Dentre as novas tecnologias nutricionais estudadas, pode-se destacar a administração dos probióticos, prebióticos e, mais recentemente, farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp., que são fontes de ácido docosaheptaenoico - DHA (POSSER et al., 2018).

O DHA é um tipo de ácido graxo poli-insaturado, do grupo ômega-3, que apresenta cadeia mais longa e é, também, o mais insaturado, portanto, pode ser considerado o mais importante dos ácidos graxos poli-insaturados. Pode auxiliar na prevenção de doenças nos seres humanos, no desenvolvimento da membrana do cérebro humano e retina. É extremamente importante para mulheres grávidas e crianças, que precisam ter ingestão suficiente de DHA, especialmente quando a gravidez atinge o terço final, em que ocorre maior desenvolvimento do cérebro e da retina (HAKIM, 2012).

Quelen et al. (2010) ao avaliarem o uso do óleo de linhaça, fonte de ácidos graxos poli-insaturados, em dietas de porcas no terço final da gestação, observaram aumento destes na placenta e no cérebro dos leitões na primeira semana de vida.

Estes resultados sugeriram que os leitões poderiam apresentar melhores desenvolvimentos ao longo dos seus crescimentos.

A literatura mostra que a suplementação de ácidos graxos poli-insaturados (DHA) nas dietas de porcas, podem ter efeito positivo sobre o desempenho dos leitões (MATEO et al., 2009; SMITS et al., 2011; TANGHE e SMET, 2013; TANGHE et al, 2014), entretanto existem poucos estudos, com suínos, que comprovem estes efeitos, sendo a fonte de DHA a farinha de algas marinhas *Schizochytrium* sp., nas dietas das porcas no terço final da gestação.

Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do DHA, presente na farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas no terço final da gestação, sobre o peso ao nascer e desmame, quantidade de nascidos vivos, totais, natimortos, mumificados e uniformidade, desempenho dos leitões durante a lactação (ganho de peso diário e mortalidade), escore corporal das porcas, consumo de ração, conversão alimentar, composição bromatológica do colostro, proteína total do colostro e do sangue das porcas (imunidade) e viabilidade econômica da sua inclusão na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em granja comercial, localizada no município de São Carlos, São Paulo – Brasil e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal – SP (Protocolo nº 23543/15). Foram utilizadas 45 fêmeas suínas de 3ª ordem de parto, da mesma linhagem comercial (Camborough® - Agrocere PIC), distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos, 15 repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental composta por uma porca. Os tratamentos experimentais foram:

- **Controle:** fêmeas recebendo ração controle (sem aditivo);

- **2000**: fêmeas recebendo ração controle suplementadas com 15 g de ALL-G RICH^{TM2} (farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp.), equivalente a 2333 mg de DHA por dia por porca;

- **4000**: fêmeas recebendo ração controle suplementadas com 30 g de ALL-G RICH^{TM2} (farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp.), equivalente a 4666 mg de DHA por dia por porca.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, permanecendo isoprotéicas (Tabela 1). As mesmas foram, inicialmente, fornecidas aos 85 dias de gestação, sendo 3,2 kg da ração gestação para cada fêmea por dia até um dia antes do parto, e no dia do parto foi fornecido 1 kg de ração por porca. Após o parto todas as fêmeas consumiram ração de lactação sem o aditivo, sendo 4,0 kg por porca/dia nos 3 primeiros dias, e depois 8,0 kg por porca/dia até o desmame.

As fêmeas foram submetidas à indução do parto aos 114 dias de idade gestacional, pelo uso do Cloprostenol Sódio (Sincrocio®), seguindo as recomendações do fabricante (0,5 mL pela submucosa vulvar por porca). A duração da gestação foi calculada considerando o dia de realização da primeira inseminação como o dia zero.

Todos os leitões foram submetidos ao mesmo manejo. Os partos foram assistidos e os leitões receberam os primeiros cuidados (colostro, corte e desinfecção de umbigo e corte da cauda), aplicação de ferro dextrano no terceiro dia de vida e castração dos machos no sétimo dia de vida.

² O teor de DHA da farinha de alga *Schizochytrium* sp. ALL-G RICHTM foi determinado por cromatografia gasosa, realizado no Laboratório de Bioquímica e Biologia Celular do departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Tabela 1. Composições centesimal das dietas experimentais.

Dietas Experimentais		
Ingredientes, %	Gestação	Lactação
Milho	58,550	65,895
Farelo de Soja	13,000	26,000
Farelo de Trigo	25,000	0,00
Óleo de Soja	0,000	4,200
L-Lisina.HCl, 78%	0,120	0,380
L-Treonina, 98%	0,030	0,200
DL-Metionina, 99%	0,000	0,080
L-Triptofano, 98%	0,000	0,045
Blend Mineral e Vitamínico	3,000	3,000
Adsorvente	0,300	0,200
Total	100,00	100,00

Escore corporal das porcas

O escore corporal (EC) utilizado foi de 1 a 5, sendo: 1- muito magra; 2- magra; 3- boa condição corporal; 4- gorda; 5- muito gorda (adaptado de Young e Aherne, 2005); a avaliação visual do escore foi realizada no dia 85 e 114 de gestação e no dia do desmame, por uma única pessoa em todos os animais do grupo experimental. Foi realizado a comparação dos escores nos períodos citados com o início do experimento, com intuito de avaliar a ocorrência de perda ou de ganho de escore corporal das porcas.

Desempenho da porca e avaliação dos leitões

No parto, foram registrados o número de leitões nascidos vivos e natimortos. Não houve leitões mumificados. Os leitões nascidos foram marcados e pesados individualmente (leitões vivos e natimortos). Após 24h do início do parto, os leitões foram equalizados, entre as leitegadas do mesmo tratamento, deixando com a porca apenas 12 ou 13 leitões. Para o cálculo do ganho de peso médio diário (GPD – g/dia), os leitões foram pesados individualmente nos tempos: 24 horas pós parto (considerou o peso após a equalização), aos 7 dias, aos 14 dias, e aos 21 dias de idade dos leitões.

Em cada tempo citado, foi avaliada a uniformidade das leitegadas, por meio do coeficiente de variação dos pesos dos leitões por leitegada.

Até o desmame foram registrados os números de leitões mortos para o cálculo da mortalidade.

Coleta de amostras de colostro

Após o nascimento do primeiro leitão, 10 matrizes, obtidas aleatoriamente, por tratamento, foram ordenhadas manualmente e foram colhidos 40 mL de colostro para amostra. As mesmas foram homogeneizadas e armazenadas em recipientes estéreis à temperatura de -40°C para as análises da composição bromatológica e teor de proteína total.

Composição bromatológica do colostro

Para avaliar a composição bromatológica do colostro foram realizadas as seguintes análises: teores de energia bruta, extrato etéreo e perfil de ácidos graxos.

Os teores de energia bruta (EB) do colostro foram determinados em bomba calorimétrica tipo Parr, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Amostras do colostro foram encaminhadas, sob refrigeração, ao laboratório CBO Análises Laboratoriais, em Campinas-SP, para a determinação do extrato etéreo por meio do método de extrato etéreo por hidrólise alcalina.

O perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa, foi realizado no Laboratório de Bioquímica e Biologia Celular do departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Coleta de amostras de sangue das porcas

As amostras de sangue, de 10 porcas por tratamento, obtidas aleatoriamente, foram coletadas no dia do desmame. A coleta foi realizada pela punção da veia jugular externa, utilizando-se agulhas e tubos vacutainer contendo ativador de coagulação.

Uma hora após a coleta de sangue, uma amostra de 1,5 mL de soro sanguíneo foi separada e armazenada à temperatura de -20°C para determinação do teor de proteína sérica total.

Determinação da proteína total do colostro e do sangue das porcas

Os teores de proteína total (método do biureto) do colostro e do sangue das porcas foram avaliados utilizando-se o conjunto de reagentes comerciais (Labtest®, Labtest Diagnóstica) e as leituras das amostras foram realizadas em espectrofotômetro semiautomático (Labquest®, Labtest Diagnóstica) com luz de comprimento de onda apropriado para o teste.

As concentrações das proteínas foram determinadas em densitômetro computadorizado (Shimadzu CS9301) e como referência foi utilizada uma solução marcadora com diferentes pesos moleculares, bem como as proteínas purificadas ceruloplasmina, α 1-antitripsina, haptoglobina, IgG e transferrina (Sigma), IgA, α 1 glicoproteína ácida. Estas análises do sangue e colostro foram realizadas no Laboratório de Sanidade Suína do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Consumo de ração lactação

Durante a lactação foram fornecidos 4 kg de ração lactação por porca/dia nos três primeiros dias, e depois 8 kg por porca/dia até o desmame, divididas em cinco refeições diárias. Não houve sobras de ração. A água foi fornecida à vontade.

Viabilidade econômica

Foram realizadas simulações do custo total com alimentação, o custo por kg de ganho de peso do leitão, receita bruta e receita líquida calculados por porca (adaptado de VIER et al., 2017), ao longo do período de setembro de 2016 a agosto de 2017 (Tabela 2). O custo total com alimentação, em reais (R\$), foi calculado pela multiplicação do consumo de ração total da porca durante a gestação e lactação (kg) pelo preço médio das rações (R\$/kg) na região de São Carlos – SP, mais o custo diário

com a farinha de alga *Schizochytrium* sp., R\$ 0,825 (15 g/dia) e R\$ 1,650 (30 g/dia) para os tratamentos 2000 e 4000, respectivamente.

O custo por kg de ganho de peso, em reais por quilograma (R\$/kg), foi calculado dividindo-se o custo total com alimentação da porca durante a gestação e lactação (R\$) pelo ganho de peso total dos leitões durante a lactação (kg). A Receita bruta, em R\$, foi calculada multiplicando-se o peso total dos leitões (kg) no dia do desmame por 20% do preço médio da @ dos suínos ao abate (R\$/kg) na região de São Carlos – SP. Para calcular a receita líquida, em R\$, o custo total com alimentação (R\$) foi subtraído da Receita bruta (R\$).

Tabela 2. Valores em R\$/kg, da ração e suíno, ao longo do período de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Período	Ração, R\$/kg	Suíno ¹ , R\$/kg
Setembro / 2016	1,138	15,525
Outubro / 2016	1,111	15,788
Novembro / 2016	1,044	16,013
Dezembro / 2016	0,986	17,700
Janeiro / 2017	0,985	16,688
Fevereiro / 2017	0,979	19,463
Março / 2017	0,908	17,738
Abril / 2017	0,881	15,975
Maio / 2017	0,869	15,938
Junho / 2017	0,855	14,625
Julho / 2017	0,831	14,438
Agosto / 2017	0,833	16,350

¹Preço pago por kg de leitão desmamado na região de São Carlos – SP corresponde a 20% do preço médio da @ dos suínos ao abate.

Análise Estatística

Os dados de desempenho das porcas e leitões, qualidade do colostro e imunidade das porcas foram submetidos à análise de variância, e polinômios ortogonais, sendo avaliados para determinar os efeitos lineares e quadráticos do aumento dos níveis de DHA, usando o procedimento PROC GLM. Para todos os testes a significância foi de $P \leq 0,05$ e a tendência foi de $P > 0,05$ e $P < 0,10$. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS modelo 9.4.

RESULTADOS

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas das porcas no terço final da gestação não influenciou ($P>0,10$) o PM, CVP, GPD em qualquer dos períodos, CRD, CA, nascidos vivos e totais, desmamados e porcentagem de natimortos e mortalidade (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis de desempenho dos leitões em diferentes idades, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ²	Período	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
		Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
PM, kg	Ao nascer	1,455	1,396	1,432	0,045	0,751	0,455
	Equalização ³	1,486	1,393	1,411	0,051	0,251	0,340
	7 dias	2,989	2,856	2,912	0,095	0,601	0,468
	14 dias	4,851	4,830	4,900	0,134	0,823	0,805
	21 dias	6,830	6,817	6,899	0,185	0,819	0,851
CVP	Ao nascer	19,690	18,110	18,590	0,013	0,596	0,577
	Equalização ³	21,210	18,710	18,930	0,014	0,330	0,504
	7 dias	19,780	18,350	19,010	0,016	0,758	0,639
	14 dias	19,410	16,570	17,460	0,015	0,408	0,363
	21 dias	19,430	14,890	16,800	0,014	0,225	0,120
GPD, kg/dia	I ⁶	0,221	0,210	0,215	0,011	0,734	0,631
	II	0,236	0,240	0,247	0,007	0,422	0,855
	III	0,252	0,256	0,260	0,008	0,531	0,994
CRD, kg		3,324	3,324	3,324	-	-	-
CA ⁴		7,507	7,320	6,906	0,234	0,116	0,723
Nascidos	Vivos	12,133	12,533	12,714	0,681	0,594	0,906
	Totais	12,400	12,733	13,000	0,679	0,582	0,971
Natimortos e Mumificados	%	2,534	1,828	2,023	1,103	0,768	0,766
Equalização ³		12,133	12,266	12,500	0,431	0,597	0,932
Desmamados ⁵		11,666	11,800	12,071	0,393	0,523	0,898
Mortalidade	%	3,743	3,470	3,178	1,228	0,774	0,995

¹Controle: ração controle (sem aditivo); **2000**: ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000**: ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²PM: Peso Médio dos leitões; **CVP**: Coeficiente de Variação dos Pesos dos leitões; **GPD**: Ganho de Peso Diário dos leitões; **CRD**: Consumo médio de Ração Diário das porcas na gestação e lactação; ³Equalização: Peso e número de leitões por porca após a equalização (24h após o início do parto). ⁴CA: Conversão Alimentar = Consumo de ração total da porca durante a gestação e lactação / ganho de peso total dos leitões durante a lactação. ⁵Desmamados: Média de leitões por porca no dia do desmame (21 dias de lactação). ⁶Período I: Início a 7 dias; **Período II**: Início a 14 dias; **Período III**: Início a 21 dias de idade.

Os escores corporais no início, ao parto, ao desmame e a comparação do início-parto não foram influenciados ($P>0,10$) pela inclusão dos diferentes níveis de DHA nas dietas das porcas. Entretanto, aumentou linearmente ($P<0,05$) a comparação do escore corporal do início-desmame com o acréscimo nos níveis de DHA nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios dos escores corporais e da comparação entre os escores das porcas, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis	Período ²	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
		Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
Escore Corporais	Início	3,033	2,966	2,857	0,074	0,146	0,834
	Parto	3,000	2,966	3,000	0,094	0,995	0,797
	Desmame	2,666	2,700	2,928	0,132	0,224	0,591
	Início-Parto	-0,033	0,000	0,142	0,081	0,182	0,622
	Início-Desmame	-0,366	-0,133	0,071	0,088	0,003	0,906

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Início-Parto:** diferença do escore corporal no dia do parto e do escore corporal do início; **Início-Desmame:** diferença do escore corporal no dia do desmame e do escore corporal do início.

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas não influenciou ($P>0,10$) a energia bruta, extrato etéreo e os ácidos graxos: capríco, cáprico, láurico, mirístico, miristoléico, palmítico, palmitoleico, heptadecenóico, esteárico, oleico, cis-vacênico, linoleico, α linolênico, linoléico conjugado (CLA), araquídico, eicosenoico, eicosadienoico, eicosatrienoico (E cis-8), eicosatrienóico (E cis-11), behênico, erúcico, docosadienóico, docosapentaenóico (DPA) e lignocérico (Tabela 5).

Houve tendência de aumento linear ($P<0,10$) do ácido graxo butírico, diminuição linear ($P<0,05$) para os ácidos graxos γ linolênico, araquidônico e docosatetraenóico (DTA), e aumento linear ($P<0,05$) para os ácidos graxos caprilico, pentadecanoico, heptadecanoico, eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), no colostro, conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da composição bromatológica do colostro, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ²	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
EB (Kcal/g)	5,588	5,557	5,649	0,081	0,639	0,580
EE (%)	3,582	3,620	3,578	0,155	0,987	0,850
Butírico	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,096	0,556
Caprótico	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,174	0,827
Caprilico	0,0002	0,0002	0,0004	0,0001	0,023	0,176
Cáprico	0,0002	0,0002	0,0004	0,0001	0,180	0,298
Laurico	0,0019	0,0017	0,0019	0,0002	0,930	0,416
Mirístico	0,0678	0,0618	0,0709	0,0057	0,729	0,335
Miristoleico	0,0009	0,0008	0,0009	0,0002	0,969	0,638
Pentadecanoico	0,0077	0,0096	0,0122	0,0005	<0,0001	0,664
Palmitico	0,8937	0,8261	0,9330	0,0575	0,660	0,265
Palmitoleico	0,0878	0,0835	0,0841	0,0077	0,761	0,816
Heptadecanoico	0,0130	0,0138	0,0164	0,0009	0,021	0,427
Heptadecenoico	0,0083	0,0078	0,0084	0,0005	0,944	0,377
Esteárico	0,1591	0,1495	0,1707	0,0098	0,445	0,248
Oleico	1,0528	1,0574	1,0770	0,0576	0,792	0,924
Cis-vacênico	0,0654	0,0644	0,0652	0,004	0,978	0,865
Linoleico	1,0807	1,0763	1,0495	0,0503	0,697	0,871
γ linolenico	0,0107	0,0083	0,0080	0,0008	0,045	0,353
α linolenico	0,0575	0,0567	0,0640	0,0040	0,314	0,466
CLA	0,0023	0,0022	0,0021	0,0002	0,509	0,910
Araquídico	0,0036	0,0034	0,0038	0,0003	0,611	0,430
Eicosenoico	0,0081	0,0078	0,0075	0,0005	0,466	0,982
Eicosadienoico	0,0202	0,0189	0,0192	0,0013	0,634	0,647
E cis-8	0,0130	0,0131	0,0128	0,0008	0,889	0,846
Araquidônico	0,0419	0,0334	0,0290	0,0024	0,001	0,529
E cis-11	0,0039	0,0040	0,0044	0,0003	0,214	0,752
EPA	0,0023	0,0043	0,0067	0,0003	<0,0001	0,696
Behênico	0,0014	0,0012	0,0012	0,0001	0,318	0,524
Erúcico	0,0014	0,0013	0,0013	0,0001	0,775	0,546
Docosadienóico	0,0020	0,0017	0,0017	0,0001	0,2483	0,539
DTA	0,0080	0,0049	0,0043	0,0005	<0,0001	0,063
DPA	0,0101	0,0097	0,0111	0,0007	0,377	0,336
Lignocérico	0,0023	0,0021	0,0025	0,0002	0,477	0,362
DHA	0,0126	0,0436	0,0739	0,0022	<0,0001	0,895

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**EB** = Energia Bruta; **EE** = Extrato Etéreo; **CLA** = Linoléico conjugado; **E cis-8** = Eicosatrienoico (cis - 8, 11, 14); **E cis-11** = Eicosatrienoico (cis-11, 14, 17); **EPA** = Eicosapentaenoico; **DTA** = Docosatetraenoico; **DPA** = Docosapentaenoico; **DHA** = Docosahexaenoico.

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas não influenciou ($P>0,10$) os teores das proteínas analisadas no colostro (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios dos teores das proteínas no colostro, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
Proteína total	17,724	19,473	16,958	0,974	0,603	0,144
IgA	0,027	0,029	0,025	0,002	0,642	0,398
Transferrina (Lactoferrina)	0,399	0,435	0,405	0,035	0,912	0,507
Albumina Sérica	1,862	1,819	1,850	0,143	0,959	0,856
IgG Cadeia Pesada	7,407	8,160	6,619	0,528	0,327	0,117
β -Caseína	0,876	0,965	0,955	0,099	0,616	0,726
IgG Cadeia Leve	3,575	3,990	3,386	0,275	0,653	0,186
β -Lactoglobulina	2,913	3,150	2,903	0,163	0,969	0,291
α -Lactoalbumina	0,211	0,154	0,273	0,037	0,269	0,124
Outras Proteínas	0,451	0,452	0,488	0,024	0,349	0,626

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca.

As dietas experimentais não influenciaram ($P>0,10$) os teores das proteínas séricas das porcas (Tabela 7).

Os custos por matriz e do kg por ganho de peso dos leitões, as receitas bruta e líquida foram menores e maiores para os tratamentos Controle e 4000, respectivamente, em todos os meses analisados (Tabelas 8 e 9).

Tabela 7. Valores médios dos teores das proteínas séricas das porcas, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
Proteína total	7,874	7,540	7,635	0,180	0,349	0,626
IgA	0,045	0,051	0,053	0,003	0,145	0,701
Ceruloplasmina	0,069	0,064	0,062	0,004	0,372	0,866
Transferrina	0,642	0,643	0,653	0,020	0,728	0,858
Albumina	4,038	3,990	4,097	0,096	0,701	0,558
α -antitripsina	0,342	0,296	0,302	0,016	0,124	0,251
IgG cadeia pesada	1,428	1,298	1,284	0,088	0,310	0,636
Haptoglobina	0,066	0,070	0,073	0,006	0,437	0,967
α -IgA	0,015	0,015	0,015	0,001	0,946	0,907
IgG cadeia leve	0,780	0,670	0,608	0,064	0,102	0,789
Outras proteínas	0,437	0,439	0,468	0,016	0,289	0,529

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca.

Tabela 8. Valores médios das variáveis da viabilidade econômica de setembro a dezembro de 2016, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ² , R\$		Tratamentos ¹		
		Controle	2000	4000
Setembro	Custo/matriz	300,432	325,200	349,968
	Custo/kg de GP ³	3,879	4,137	4,255
	Receita bruta	1215,717	1251,137	1287,682
	Receita líquida	915,285	925,937	937,714
Outubro	Custo/matriz	293,304	318,072	342,840
	Custo/kg de GP	3,787	4,046	4,168
	Receita bruta	1236,232	1272,250	1309,412
	Receita líquida	942,928	954,178	966,572
Novembro	Custo/matriz	275,616	300,384	325,152
	Custo/kg de GP	3,559	3,821	3,953
	Receita bruta	1253,772	1290,300	1327,990
	Receita líquida	978,156	989,916	1002,838
Dezembro	Custo/matriz	260,304	285,072	309,840
	Custo/kg de GP	3,361	3,627	3,767
	Receita bruta	1385,945	1426,325	1467,987
	Receita líquida	1125,641	1141,253	1158,147

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Custo/Matriz:** Consumo total de ração da porca durante a gestação e lactação (kg) X preço da ração (R\$/kg); **Custo/kg de GP:** Custo total com alimentação por porca (R\$) / ganho de peso dos leitões durante a lactação (kg); **Receita bruta:** Peso total dos leitões no desmame (kg) X preço por kg do leitão (R\$/kg); **Receita líquida:** Receita bruta (R\$) – custo total com alimentação por porca (R\$). ³**Custo/kg de GP** = R\$/kg.

Tabela 9. Valores médios das variáveis da viabilidade econômica de janeiro a agosto de 2017, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ² , R\$	Tratamentos ¹			
	Controle	2000	4000	
Janeiro	Custo/matriz	260,040	284,808	309,576
	Custo/kg de GP ³	3,358	3,623	3,764
	Receita bruta	1306,704	1344,775	1384,055
	Receita líquida	1046,664	1057,967	1074,479
Fevereiro	Custo/matriz	258,456	283,224	307,992
	Custo/kg de GP	3,337	3,603	3,744
	Receita bruta	1523,914	1568,313	1614,123
	Receita líquida	1265,458	1285,089	1306,131
Março	Custo/matriz	239,712	264,480	289,248
	Custo/kg de GP	3,095	3,365	3,516
	Receita bruta	1388,921	1429,387	1471,139
	Receita líquida	1149,209	1164,907	1181,891
Abril	Custo/matriz	232,584	257,352	282,120
	Custo/kg de GP	3,003	3,274	3,430
	Receita bruta	1250,953	1287,399	1325,004
	Receita líquida	1018,369	1030,047	1042,884
Maio	Custo/matriz	229,416	254,184	278,952
	Custo/kg de GP	2,962	3,234	3,391
	Receita bruta	1247,977	1284,337	1321,852
	Receita líquida	1018,561	1030,153	1042,900
Junho	Custo/matriz	225,720	250,488	275,256
	Custo/kg de GP	2,915	3,187	3,346
	Receita bruta	1145,245	1178,612	1213,039
	Receita líquida	919,525	928,124	937,783
Julho	Custo/matriz	219,384	244,152	268,920
	Custo/kg de GP	2,833	3,106	3,269
	Receita bruta	1130,524	1163,462	1197,446
	Receita líquida	911,140	919,310	928,526
Agosto	Custo/matriz	219,912	244,680	269,448
	Custo/kg de GP	2,840	3,113	3,276
	Receita bruta	1280,237	1317,538	1356,022
	Receita líquida	1060,326	1072,858	1086,574

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Custo/Matriz:** Consumo total de ração da porca durante a gestação e lactação (kg) X preço da ração (R\$/kg); **Custo/kg de GP:** Custo total com alimentação por porca (R\$) / ganho de peso dos leitões durante a lactação (kg); **Receita bruta:** Peso total dos leitões no desmame (kg) X preço por kg do leitão (R\$/kg); **Receita líquida:** Receita bruta (R\$) – custo total com alimentação por porca (R\$). ³**Custo/kg de GP** = R\$/kg.

DISCUSSÃO

Esperava-se que o DHA nas dietas das porcas gestantes melhorasse o desempenho dos leitões durante o aleitamento (peso ao nascer e ao desmame, uniformidade, natimorto e mortalidade), o que não foi observado. Resultados diferentes foram encontrados por Mateo et al (2009), que ao fornecerem óleo de peixe, fonte de ômega-3, para as porcas após 60 dias de gestação, notaram que os leitões nasceram com tendência de maior peso médio.

Rooke et al. (2001a) observaram que a suplementação de óleo de peixe após 91 dias de gestação, resultou em leitões com maiores pesos até os 35 dias de idade. Os autores sugeriram que o aumento do crescimento foi decorrente da melhora do desenvolvimento do leitão, da presença de ômega-3 no cérebro e do vigor ao nascimento. Quelen et al. (2010) observaram que a dieta contendo ômega-3, oferecida às porcas no terço final da gestação, aumentou as concentrações de ômega 3 na placenta e na carcaça do feto, e no cérebro do leitão durante a primeira semana de vida pós-natal.

Os ômega-3 são importantes para a formação do cérebro, principalmente os DHA, que apresentam efeitos positivos no desenvolvimento e função do cérebro (CRAWFORD, 2000) e, portanto, no comportamento. Ng e Innis (2003) relataram que leitões que consumiram DHA apresentaram melhora no desenvolvimento cerebral, fato que influencia no comportamento alimentar, o leitão tem mais facilidade para mamar, conseqüentemente, pode melhorar seu desenvolvimento.

Os leitões recém-nascidos têm o sistema imunológico imaturo e pouca energia armazenada (ABCS, 2014). Deste modo, a melhora no comportamento alimentar do leitão durante a lactação pode auxiliar nas suas necessidades fisiológicas. No presente trabalho não foi evidenciada melhora no desempenho dos leitões durante o aleitamento.

Embora de modo não significativo, os resultados demonstraram que as porcas que receberam o maior nível de DHA nas dietas, apresentaram escores corporais bastantes semelhantes no início (85 dias de gestação) e ao desmame, pode-se evidenciar que as porcas perderam menos peso durante a lactação, fato que influencia na eficiência reprodutiva das matrizes. A perda de peso das fêmeas durante a lactação

reduz as reservas corporais e a qualidade dos oócitos, o que compromete o desenvolvimento embrionário precoce e, conseqüentemente, reduz o número de leitões nascidos no parto subsequente (Mellagi et al., 2013).

Smits et al. (2011) observaram que porcas alimentadas com óleo de peixe (fonte de ômega-3) nas dietas, durante a gestação e a lactação aumentaram em 10,75% os leitões nascidos no parto subsequente. Os mesmos autores relataram que o ômega-3 influencia na qualidade do oócito, que induz o melhor desenvolvimento embrionário e sobrevivência, o que explica o maior número de nascidos no parto subsequente.

Houve aumentos lineares do ácido graxo DHA, no colostro, conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas, o que já era esperado. As porcas que consumiram 15 e 30 g/dia da alga marinha *Schizochytrium* sp. obtiveram aumento de 247% e 487% de DHA no colostro, respectivamente. Entretanto, não resultou em menor mortalidade, coeficiente de variação de peso e maior peso ao desmame dos leitões. Rooke et al. (2001b) observaram que óleo de salmão (fonte de ômega-3) nas dietas de porcas gestantes e lactantes, aumentou a quantidade de ômega-3 no colostro e diminuiu em 12,8% a mortalidade pré-desmame dos leitões, quando comparada com a dieta controle sem o aditivo. Na granja utilizada para realização do presente estudo, os leitões tem um bom peso ao nascer e baixa mortalidade, o que torna mais difícil obter avanços nesses índices, tendo em vista o limite fisiológico de desenvolvimento e ganho de peso dos leitões.

A resposta de fase aguda é considerada a primeira reação do corpo ao estresse imunológico, sendo uma reação inflamatória. Essa resposta é formulada pelas proteínas de fase aguda, sendo que para algumas ocorre diminuição na concentração e para outras há aumento, em função do tipo de estresse ao que o animal encontra-se submetido. Com o intuito de ajudar na recuperação dos animais que sofrem algum estresse imunológico, o ômega-3 tem sido utilizado nas dietas, pois são, potencialmente, agentes anti-inflamatórios (PICCIONE et al., 2016). Papadopoulos et al. (2009) observaram que o aumento de DHA na dieta das porcas 8 dias antes do parto, melhorou o seu processo inflamatório.

Mitre et al. (2005) observaram que a suplementação das dietas das porcas no terço final de gestação com óleo de fígado de tubarão, fonte de ômega-3, aumentou o nível de IgG no colostro, tendo maior transferência de imunoglobulina do plasma sanguíneo para o colostro. Resultado semelhante foi encontrado por Jin et al. (2017), com a inclusão de óleo de peixe na dieta das porcas. Entretanto, no presente estudo, não foi observada diferença das proteínas no sangue e no colostro das porcas conforme o DHA foi adicionado às dietas. Isso, talvez, possa ser explicado pela boa condição sanitária e das instalações da granja comercial utilizada no experimento, resultando em baixo desafio sanitário.

A inclusão da farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp. na dieta das porcas, no terço final da gestação, aumenta o custo por kg de leitão produzido. Entretanto, o tratamento 4000 obteve as maiores receitas bruta e líquida, em todos os meses analisados e, isso foi devido, a soma do maior ganho de peso diário e menor mortalidade, numericamente, dos leitões do tratamento 4000.

CONCLUSÃO

A inclusão de DHA, através da alga marinha *Schizochytrium* sp., na dieta das porcas durante o terço final da gestação, melhora o escore corporal das porcas ao desmame e aumenta o DHA no colostro.

No cenário econômico avaliado de setembro de 2016 a agosto de 2017, a suplementação com 4666 mg de DHA, correspondente a 30 g/dia de farinha de alga *Schizochytrium* sp., no período de 85 dias de gestação até o dia do parto das fêmeas, aumentaram o custo por kg de leitão produzido e a receita líquida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS, Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de suínos: teoria e prática**. 2014, 908 p.

AGRINESS. **Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos**. 10.ed. 2017. 40 p.

CRAWFORD, M. A. Placental delivery of arachidonic and docosahexaenoic acids: implications for the lipid nutrition of preterm infants. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 71, p. 275-284, 2000.

HAKIM, A. R. The potential of heterotrophic microalgae (*Schizochytrium* sp.) as a source of DHA. **Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 29-38, 2012.

JIN, C.; FANG, Z.; LIN, Y.; CHE, L.; WU, C.; XU, S.; FENG, B.; LI, J.; WU, D. Influence of dietary fat source on sow and litter performance, colostrum and milk fatty acid profile in late gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 1768–1778, 2017.

LEHNEN, C. R. **Programas alimentares de porcas gestantes e lactantes utilizando o modelo Inraporc®**. 2012. f. 98. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

MATEO, R. D.; CARROLL, J. A.; HYUN, Y.; SMITH, S.; KIM, S. W. Effect of dietary supplementation of n-3 fatty acids and elevated concentrations of dietary protein on the performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 948–959, 2009.

MELLAGI, A. P. G.; PANZARDI, A.; BIERHALS, T.; GHELLER, N. B.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. The effect of parity order and lactation weight loss on subsequent reproductive performance of sows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 819-825, 2013.

MITRE, R.; ETIENNE, M.; MARTINAIS, S.; SALMON, H.; ALLAUME, P.; LEGRAND, P.; LEGRAND, A. B. Humoral defence improvement and haematopoiesis stimulation in sows and offspring by oral supply of shark-liver oil to mothers during gestation and lactation. **British Journal of Nutrition**, v. 94, p. 753–762, 2005.

NG, K. F.; INNIS, S. M. Behavioral responses are altered in piglets with decreased frontal cortex docosahexaenoic acid. **The Journal of Nutrition**, v. 133, p. 3222-3227, 2003.

PANZARDI, A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Factors that influence the piglet birth weight. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 49-60, 2009.

PAPADOPOULOS, G. A.; MAES, D. G. D.; WEYENBERG, S. V.; KEMPEN, T. A. T. G. V.; BUYSE, J.; JANSSENS, G. P. J. Peripartal feeding strategy with different n-6:n-3 ratios in sows: effects on sows' performance, inflammatory and periparturient metabolic parameters. **British Journal of Nutrition**, v. 101, p. 348–357, 2009.

PICCIONE, G.; BAZZANO, M.; BRUSCHETTA, D.; GIANNETTO, C.; ARFUSO, F.; GIUDICE, E. Omega-3 fatty acid food enrichment influences some serum acute phase proteins concentration and white blood cell count in athlete horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 39, p. 90–96, 2016.

POSSER, C. J. M.; ALMEIDA, L. M.; MOREIRA, F.; BIANCHI, I.; GASPERIN, B. G.; LUCIA JR, T. Supplementation of diets with omega-3 fatty acids from microalgae: Effects on sow reproductive performance and metabolic parameters. **Livestock Science**, v. 207, p. 59–62, 2018.

QUELEN, F.; BOUDRY, G.; MOURROT, J. Linseed oil in the maternal diet increases long chain-PUFA status of the foetus and the newborn during the suckling period in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 104, p. 533–543, 2010

ROOKE, J. A.; SINCLAIR, A. G.; EDWARDS, S. A. Feeding tuna oil to the sow at different times during pregnancy has different effects on piglet long-chain polyunsaturated fatty acid composition at birth and subsequent growth. **British Journal of Nutrition.**, v. 86, p. 21-39, 2001a.

ROOKE, J. A.; SINCLAIR, A. G.; EDWARDS, S. A.; CORDOBA, R.; PKIYACH, S.; PENNY, P. C.; PENNY, P.; FINCH, A. M.; HORGAN, G. W. The effect of feeding salmon oil to sows throughout pregnancy on pre-weaning mortality of piglets. **Animal Science**, v. 73, p. 489–500, 2001b.

SMITS, R.J.; LUXFORD, B.G.; MITCHELL, M.; NOTTLE, M.B. Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing omega 3 fatty acids from fish oil. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2731–2738, 2011.

TANGHE, S.; SMET, S.D. 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, p. 560–569, 2013

TANGHE, S.; MISSOTEN, J.; RAES, K.; VANGEYTE, J.; SMET, S. Diverse effects of linseed oil and fish oil in diets for sows on reproductive performance and pre-weaning growth of piglets. **Livestock Science**, v. 164 p. 109–118, 2014.

TROTTIER, N. L.; JOHNSTON, L. J. Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine Nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 725-770.

VIER, C. M.; WU, F.; MENEGAT, M. B.; CEMIN, H. S.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GONCALVES, M. A.; ORLANDO, U. A.; WOODWORTH, J. C.; GOODBAND, R. D.; DEROUCHÉY, J. M. Effects of Standardized Total Tract Digestible Phosphorus on Growth Performance, Carcass Characteristics, Bone Mineralization, and Economics of 53- to 287-lb Pigs. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v. 3, art. 44, p. 1-18, 2017.

YOUNG, M.; AHERNE, F. Monitoring and maintaining sow condition. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 299-313, 2005.

CAPÍTULO IV – ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA) EM DIETAS PARA PORCAS NA LACTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do ácido docosahexaenóico (DHA), utilizando como fonte a farinha de alga *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas durante a lactação sobre escore corporal das porcas, o peso médio, ganho de peso diário, mortalidade, coeficiente de variação dos pesos, conversão alimentar, composição bromatológica do leite, proteína total sérica das porcas, consumo de ração e viabilidade econômica. Foram utilizadas 45 porcas, distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 15 repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma porca. Os animais foram alimentados durante a lactação, 24 horas após o parto até 22 dias de lactação, de acordo com as seguintes dietas experimentais: Controle: ração controle (sem aditivo); 2000: ração controle com adição de 15 g de ALL-G RICH™ (farinha de algas *Schizochytrium* sp. - 2333 mg de DHA por dia por porca); 4000: ração controle com adição de 30 g de ALL-G RICH™ (farinha de algas *Schizochytrium* sp. - 4666 mg de DHA por dia por porca). Conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas experimentais aumentaram linearmente ($P < 0,05$) o peso médio ao desmame, o ganho de peso diário no período III (24h aos 22 dias de idade), DHA no leite, e diminuiu o coeficiente de variação de peso aos 8, 15 e 22 dias de idade dos leitões, com tendência ($P < 0,10$) de melhora da conversão alimentar. O tratamento 4000 apresentou aos maiores custos com alimentação por matriz e do kg de ganho de peso dos leitões, receitas bruta e líquida. Conclui-se que em função dos resultados obtidos, que a suplementação de 4666 mg/dia de DHA, proveniente da alga marinha *Schizochytrium* sp., em dietas de fêmeas suínas durante a lactação promove benefícios no desempenho dos leitões, relacionados ao ganho de peso e uniformidade, através do aumento da ingestão de DHA via aleitamento, e melhora a viabilidade econômica.

Palavras-chave: imunidade, nutrição animal, ômega-3, *Schizochytrium* sp., suínos.

CHAPTER IV – DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA) IN DIET OF LACTATING SOWS

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of docosahexaenoic acid (DHA), using as source the *Schizochytrium sp.* algae meal, in diets of lactating sows on body condition score, average body weight, average daily gain, mortality, body weight coefficient of variation, feed conversion, milk chemical composition, blood serum total protein in sows, ration consumption, and economical analysis. Forty-five sows were allocated to a randomized block design, with 3 treatments and 15 replicates, whereas each sow was considered as the experimental unit. Animals were fed the experimental diets from 24 h after parturition until 22 d of lactation: Control, control diet (with no algae meal); 2000, control diet supplemented with 15 g of ALL-G RICH™ (*Schizochytrium sp.* algae meal - 2333 mg DHA/d per sow), and 4000, control diet supplemented with 30 g of ALL-G RICH™ (*Schizochytrium sp.* algae meal - 4666 mg DHA/d per sow). As the DHA concentration in diets increase, there was a linear increase ($P < 0.05$) on BW at weaning, BWCV of piglets with 8, 15, and 22 d age, BW in period III (24h to 22 d age), milk DHA concentration, with a trend towards ($P < 0.10$) an impairment of FC. In conclusion, supplemental DHA to lactation sows through dietary addition of *Schizochytrium sp.* algae meal improves the performance of piglets. The 4000 treatment increased the costs with feed per sow and kg of weight gain of piglets and revenues. Based on results from this experiment, the price paid per kg of weaned piglet, and the cost of *Schizochytrium sp.* algae meal, there is justification for the utilization of 4666 mg/day of DHA of these algae in diets in the lactating sows.

Keywords: animal nutrition, immunity, omega-3, *Schizochytrium sp.*, swine.

INTRODUÇÃO

O elevado número de desmamados/porca/ano das granjas atuais, pode resultar em aumento no número de refugos ou leitões pequenos, o que resulta em menor peso ao nascer. Este é um problema a ser enfrentado, porque a menor ingestão de leite e os menores pesos ao nascer, têm sido associados à maior mortalidade antes do desmame e ao menor peso dos leitões ao desmame. Assim, a qualidade e o bem-estar dos leitões podem ser comprometidos quando a prolificidade da porca é geneticamente aumentada para um nível tão elevado (DECLERCK et al., 2016). Deste modo, a nutrição das porcas por meio da inclusão de aditivos em suas dietas, no período de lactação, pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho, podendo aumentar o peso dos leitões ao desmame, diminuir a mortalidade e o número de refugos.

Neste cenário é importante ressaltar os ácidos graxos poli-insaturados, pois exercem funções importantes, como: aumento do metabolismo e do crescimento muscular, produção de energia, transporte de oxigênio e crescimento celular normal, proporcionando funções nervosas adequadas e regulação hormonal (WANG et al., 2006).

As algas marinhas são ricas em ácidos graxos poli-insaturados, especificamente o gênero *Schizochytrium* sp., que pode ter até 48% de ácido docosahexaenoico (DHA) do total da gordura. O DHA é um tipo de ácido graxo poli-insaturado, do grupo ômega-3, sendo o de maior cadeia e o mais insaturado. Dessa forma, pode ser considerado o mais importante deles. Ele pode auxiliar na prevenção de doenças nos seres humanos, no desenvolvimento da membrana do cérebro humano e retina (HAKIM, 2012).

A literatura mostra que a suplementação de ácidos graxos poli-insaturados (DHA) nas dietas de porcas, pode ter efeito positivo sobre o desempenho dos animais (MATEO et al., 2009; SMITS et al., 2011), entretanto existem poucos estudos que comprovem estes efeitos da suplementação com farinha de algas *Schizochytrium* sp. nas dietas das porcas em lactação.

Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do ácido docosahexaenóico (DHA), utilizando como fonte a farinha de alga *Schizochytrium* sp., nas dietas de porcas em lactação, sobre escore corporal, ganho de peso diário,

uniformidade da leitegada, mortalidade dos leitões, composição bromatológica do leite, proteína total sérica das porcas (imunidade), consumo de ração de lactação e viabilidade econômica da sua inclusão na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma granja comercial, localizada no município de São Carlos, São Paulo – Brasil e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal – SP (Protocolo nº 23543/15). Foram utilizadas 45 fêmeas suínas de 3ª ordem de parto, da mesma linhagem comercial (Camborough® - Agrocere PIC), distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 tratamentos, 15 repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental composta por uma porca. As dietas experimentais constituíram-se de:

- **Controle:** fêmeas recebendo ração controle (sem aditivo);
- **2000:** fêmeas recebendo ração controle suplementadas com 15 g de ALL-G RICH^{TM3} (farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp.), equivalente a 2333 mg de DHA por dia por porca;
- **4000:** fêmeas recebendo ração controle suplementadas com 30 g de ALL-G RICH^{TM3} (farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp.), equivalente a 4666 mg de DHA por dia por porca.

A dieta experimental foi formulada à base de milho e farelo de soja, permanecendo isoprotéicas (Tabela 1). Inicialmente essa dieta foi fornecida no segundo dia de lactação, sendo 4 kg por porca/dia nos dois primeiros dias de experimento, e depois 8 kg para cada fêmea por dia até o dia do desmame (22 dias de lactação).

³ O teor de DHA da farinha de alga *Schizochytrium* sp. ALL-G RICHTM foi determinado por cromatografia gasosa, realizado no Laboratório de Bioquímica e Biologia Celular do departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Tabela 1. Composições centesimal da dieta experimental.

Dieta Experimental	
Ingredientes, %	Lactação
Milho	65,895
Farelo de Soja	26,000
Farelo de Trigo	0,00
Óleo de Soja	4,200
L-Lisina.HCl, 78%	0,380
L-Treonina, 98%	0,200
DL-Metionina, 99%	0,080
L-Triptofano, 98%	0,045
Blend Mineral e Vitamínico	3,000
Adsorvente	0,200
Total	100,00

As fêmeas foram submetidas à indução do parto aos 114 dias de idade gestacional, pelo uso do Cloprostenol Sódio (Sincrocio®), seguindo as recomendações do fabricante (0,5 mL pela submucosa vulvar por porca).

Todos os leitões foram submetidos ao mesmo manejo. Os partos foram assistidos e os leitões receberam os primeiros cuidados (colostro, corte e desinfecção de umbigo e corte da cauda), aplicação de ferro dextrano no terceiro dia de vida e castração dos machos no sétimo dia de vida.

Escore corporal das porcas

O escore corporal (EC) utilizado foi de 1 a 5, sendo: 1- muito magra; 2- magra; 3- boa condição corporal; 4- gorda; 5- muito gorda (adaptado de Young e Aherne, 2005), sendo que a avaliação visual do escore foi realizada após o parto e ao desmame, por uma única pessoa em todos os animais do grupo experimental. Foi realizado a comparação dos escores nos períodos citados, com intuito de avaliar-se houve perda ou ganho de escore corporal das porcas.

Desempenho da porca e avaliação dos leitões

Os leitões nascidos vivos foram marcados e pesados individualmente. Os leitões foram equalizados, deixando a porca com 10, 11 ou 12 leitões. Para o cálculo do ganho de peso diário (GPD – g/dia), os leitões foram pesados individualmente nos seguintes tempos: 24 horas após o parto (24 h), aos 8 dias, aos 15 dias e aos 22 dias de idade. O GPD foi analisado nos seguintes períodos: I – 24 h aos 8 dias de idade, II – 24 h aos 15 dias de idade, III – 24 h aos 22 dias de idade.

Em cada tempo citado, foi avaliada a uniformidade das leitegadas, por meio do coeficiente de variação dos pesos dos leitões por leitegada.

Até o desmame foi registrado o número de leitões mortos para o cálculo da mortalidade.

Coleta de amostras de leite

No 22º dia de lactação, 10 matrizes, obtidas aleatoriamente, por tratamento, foram ordenhadas manualmente e foram colhidos 40 mL de leite para amostra. Trinta a 50 minutos depois de separar os leitões da matriz, foi injetado 10 UI de ocitocina na veia auricular e o leite foi retirado dos quatros primeiros pares de tetos.

As amostras do leite foram homogeneizadas e armazenadas em recipientes estéreis à temperatura de -40°C para as análises da composição bromatológica.

Composição bromatológica do leite

Para avaliar a composição bromatológica do leite foram realizadas as seguintes análises: teores de energia bruta, extrato etéreo e perfil de ácidos graxos.

Os teores de energia bruta (EB) do leite foram determinados em bomba calorimétrica tipo Parr, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Amostras do leite foram encaminhadas, sob-refrigeração, ao laboratório CBO Análises Laboratoriais, em Campinas-SP, para determinação do extrato etéreo pelo método de extrato etéreo por hidrólise alcalina.

O perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa, foi realizado no Laboratório de Bioquímica e Biologia Celular do departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Coleta de amostras de sangue das porcas

As amostras de sangue das porcas foram coletadas no dia do desmame (22º dia de lactação), sendo 10 porcas aleatórias por tratamento. A coleta foi realizada pela punção da veia jugular externa, utilizando agulhas e tubos vacutainer contendo ativador de coagulação. Uma hora após a coleta de sangue, uma amostra de 1,5 mL de soro sanguíneo foi separada e armazenada à temperatura de -20°C para determinação das proteínas séricas.

Determinação das proteínas séricas das porcas

O teor das proteínas séricas (método do biureto) das porcas foram avaliados utilizando-se o conjunto de reagentes comerciais (Labtest®, Labtest Diagnóstica) e as leituras das amostras foram realizadas em espectrofotômetro semiautomático (Labquest®, Labtest Diagnóstica) com luz de comprimento de onda apropriado para o teste.

As concentrações das proteínas foram determinadas em densitômetro computadorizado (Shimadzu CS9301) e como referência foi utilizada uma solução marcadora com diferentes pesos moleculares, bem como as proteínas purificadas ceruloplasmina, α 1-antitripsina, haptoglobina, IgG e transferrina (Sigma), IgA, α 1 glicoproteína ácida. Estas análises do sangue foram realizadas no Laboratório de Sanidade Suína do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp – Câmpus de Jaboticabal.

Consumo de ração lactação

Durante a lactação foram fornecidos 4 kg de ração lactação por porca/dia nos dois primeiros dias de experimento, e depois 8 kg por porca/dia até o desmame, divididas em cinco refeições diárias. As sobras de ração foram colhidas diariamente

antes do primeiro arraçoamento e pesadas para a determinação do consumo de ração diário (CRD) das porcas. A água foi fornecida à vontade.

Viabilidade econômica

Foram realizadas simulações do custo total com alimentação, o custo por kg de ganho de peso do leitão, Receita bruta e receita líquida calculados por porca (adaptado de VIER et al., 2017), ao longo do período de setembro de 2016 a agosto de 2017 (Tabela 2). O custo total com alimentação, em reais (R\$), foi calculado pela multiplicação do consumo de ração total da porca durante a lactação (kg) pelo preço médio das rações (R\$/kg) na região de São Carlos – SP, mais o custo diário com a farinha de alga *Schizochytrium* sp., R\$ 0,825 (15 g/dia) e R\$ 1,650 (30 g/dia) para os tratamentos 2000 e 4000, respectivamente.

O custo por kg de ganho de peso, em reais por quilograma (R\$/kg), foi calculado dividindo-se o custo total com alimentação da porca (R\$) pelo ganho de peso total dos leitões (kg) durante a lactação. A Receita bruta, em R\$, foi calculada multiplicando-se o peso total dos leitões (kg) no dia do desmame por 20% do preço médio da @ dos suínos ao abate (R\$/kg) na região de São Carlos – SP. Para calcular a receita líquida, em R\$, o custo total com alimentação (R\$) foi subtraído da Receita bruta (R\$).

Tabela 2. Valores em R\$/kg, da ração e suíno, ao longo do período de setembro de 2016 a agosto de 2017.

Período	Ração, R\$/kg	Suíno¹, R\$/kg
Setembro / 2016	1,138	15,525
Outubro / 2016	1,111	15,788
Novembro / 2016	1,044	16,013
Dezembro / 2016	0,986	17,700
Janeiro / 2017	0,985	16,688
Fevereiro / 2017	0,979	19,463
Março / 2017	0,908	17,738
Abril / 2017	0,881	15,975
Mai / 2017	0,869	15,938
Junho / 2017	0,855	14,625
Julho / 2017	0,831	14,438
Agosto / 2017	0,833	16,350

¹Preço pago por kg de leitão desmamado na região de São Carlos – SP corresponde a 20% do preço médio da @ dos suínos ao abate.

Análise Estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância e polinômios ortogonais, sendo realizados para determinar os efeitos lineares e quadráticos do aumento dos níveis de DHA, utilizando-se o procedimento PROC GLM. Para todos os testes a significância foi de $P \leq 0,05$ e a tendência foi de $P > 0,05$ e $P < 0,10$. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS modelo 9.4.

RESULTADOS

O peso médio após 24 horas do parto, 8 e 15 dias, coeficiente de variação de peso no após 24 horas do parto, ganho de peso diário nos períodos I e II, consumo de ração diário, mortalidade, número de leitões após 24 horas do parto e ao desmame não foram influenciados ($P > 0,10$) pela inclusão dos diferentes níveis de DHA nas dietas das porcas (Tabela 3).

Houve tendência de melhora linear ($P < 0,10$) da conversão alimentar, aumentos lineares ($P < 0,05$) do peso médio com 22 dias e do ganho de peso diário no período III,

e diminuição do coeficiente de variação de peso com 8, 15 e 22 dias, conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas (Tabela 3).

Os escores corporais no início e ao desmame e a comparação entre os escores no início e no desmame não foram influenciados ($P>0,10$) pela inclusão dos diferentes níveis de DHA nas dietas das porcas (Tabela 4).

Tabela 3. Valores médios das variáveis de desempenho dos leitões em diferentes idades, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ²	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P		
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática	
PM, kg	Após 24h ³	1,596	1,622	1,576	0,042	0,7570	0,5433
	8 dias	3,119	3,268	3,273	0,061	0,1117	0,3978
	15 dias	5,050	5,212	5,223	0,101	0,2774	0,5915
	22 dias	6,791	7,146	7,235	0,139	0,0459	0,4924
CVP	Após 24h	16,210	14,840	14,820	0,010	0,3982	0,6439
	8 dias	16,070	13,630	12,040	0,159	0,0018	0,6964
	15 dias	16,890	14,930	10,520	0,010	0,0003	0,3978
	22 dias	16,830	14,100	10,550	0,010	0,0003	0,7710
GPD, kg/dia	I ⁶	0,220	0,232	0,234	0,005	0,1021	0,5418
	II	0,247	0,255	0,260	0,007	0,2534	0,9269
	III	0,248	0,263	0,269	0,006	0,0460	0,6392
CRD, kg		7,947	7,964	7,971	0,012	0,2428	0,7535
CA ⁴		3,060	2,947	2,785	0,103	0,0966	0,8620
Nº de Leitões	Após 24h	10,933	10,714	10,866	0,236	0,8569	0,5717
	Desmamados ⁵	10,733	10,500	10,800	0,257	0,8680	0,4546
	Mortalidade, %	1,939	2,077	0,606	0,842	0,3137	0,4911

¹Controle: ração controle (sem aditivo); **2000**: ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000**: ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²PM: Peso Médio dos leitões; **CVP**: Coeficiente de Variação dos Pesos dos leitões; **GPD**: Ganho de Peso Diário dos leitões; **CRD**: Consumo médio de Ração Diário das porcas na lactação; ³Após 24h: Peso e número de leitões por porca após a equalização (24h após o início do parto). ⁴CA: Conversão Alimentar = Consumo de ração total da porca durante a lactação / ganho de peso total dos leitões durante a lactação. ⁵Desmamados: Média de leitões por porca no dia do desmame (22 dias de lactação). ⁶Período I: Início a 8 dias; **Período II**: Início a 15 dias; **Período III**: Início a 22 dias de lactação.

Tabela 4. Valores médios dos escores corporais e da comparação entre os escores das porcas, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ²	Tratamentos			Erro Padrão	Probabilidade, P		
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática	
Escore Corporais	Início	3,233	3,107	3,133	0,111	0,5675	0,6229
	Desmame	3,100	2,964	3,066	0,112	0,8487	0,4435
	Início-Desmame	-0,133	-0,142	-0,066	0,050	0,3989	0,5399

¹Controle: ração controle (sem aditivo); **2000**: ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000**: ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²Início-Desmame: diferença do escore corporal no dia do desmame e do escore corporal do início do experimento.

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas não influenciou ($P > 0,10$) a energia bruta, extrato etéreo e os ácidos graxos: butírico, capríco, caprílico, cáprico, láurico, mirístico, miristoleico, palmítico, palmitoleico, heptadecanoico, heptadecenoico, esteárico, oleico, cis-vacênico, linoleico, γ linolênico, α linolênico, linoléico conjugado (CLA), araquídico, eicosenoico, eicosadienoico, eicosatrienoico (E cis-8), araquidônico, eicosatrienólico (E cis-11), eicosapentaenólico (EPA), behênico, erúrico, docosadienólico, docosatetraenólico (DTA) e lignocérico (Tabela 5).

Houve tendência de aumento linear ($P < 0,10$) do ácido graxo pentadecanoico, aumento linear ($P < 0,05$) do DHA e diminuição linear ($P < 0,05$) para docosapentaenólico (DPA) no leite, conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas experimentais (Tabela 5).

A inclusão de diferentes níveis do DHA nas dietas não influenciou ($P > 0,10$) os teores das proteínas séricas das porcas (Tabela 6).

Os custos por matriz e do kg por ganho de peso dos leitões e a Receita bruta foram menores e maiores para os tratamentos Controle e 4000, respectivamente, em todos os meses analisados. Já a Receita Líquida foi menor e maior para os tratamentos 2000 e 4000, respectivamente, no período analisado (Tabelas 7 e 8).

Tabela 5. Valores médios da composição bromatológica do leite, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ²	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
EB (cal/g)	6151,30	6176,40	6247,36	147,43	0,6736	0,9096
EE (%)	8,429	8,225	8,882	0,5036	0,5499	0,5304
Butírico	0,0023	0,0020	0,0022	0,0001	0,7871	0,2185
Capríco	0,0026	0,0025	0,0025	0,0001	0,9600	0,6234
Caprilico	0,0030	0,0032	0,0031	0,0002	0,6519	0,4116
Cáprico	0,0163	0,1750	0,1760	0,0012	0,4576	0,7171
Laurico	0,0253	0,0255	0,0259	0,0014	0,7649	0,9582
Mirístico	0,3012	0,3008	0,3049	0,0165	0,8886	0,9216
Miristoleico	0,0179	0,0177	0,0169	0,0013	0,6015	0,8777
Pentadecanoico	0,0072	0,0067	0,0086	0,0005	0,0752	0,0964
Palmítico	2,8424	2,7250	2,9188	0,1448	0,7375	0,4329
Palmitoleico	0,7227	0,7665	0,7005	0,0445	0,7502	0,3671
Heptadecanoico	0,0167	0,0134	0,0159	0,0017	0,7597	0,2084
Heptadecenoico	0,0202	0,0157	0,0177	0,0024	0,5030	0,3325
Estearico	0,3393	0,3361	0,3932	0,0303	0,2650	0,4675
Oleico	2,4287	2,3952	2,3952	0,1834	0,9087	0,9472
Cis-vacênico	0,1238	0,1266	0,1264	0,0081	0,8429	0,8919
Linoleico	1,3131	1,2484	1,3337	0,0755	0,8623	0,4690
γ linolenico	0,0088	0,0079	0,0087	0,0012	0,9550	0,6007
α linolenico	0,0789	0,0726	0,0776	0,0044	0,8608	0,3523
CLA	0,0066	0,0060	0,0063	0,0006	0,7442	0,5560
Araquídico	0,0081	0,0076	0,0089	0,0078	0,4095	0,2639
Eicosenoico	0,0207	0,0206	0,0216	0,0022	0,7934	0,8536
Eicosadienoico	0,0263	0,0243	0,0278	0,0033	0,7805	0,5474
E cis-8	0,0081	0,0078	0,0081	0,0007	0,9863	0,8200
Araquidônico	0,0347	0,0330	0,0330	0,0023	0,6343	0,8031
E cis-11	0,0063	0,0056	0,0059	0,0008	0,7459	0,6481
EPA	0,0026	0,0023	0,0026	0,0002	0,8538	0,2084
Behênico	0,0025	0,0023	0,0025	0,0001	0,8925	0,0695
Erúcico	0,0036	0,0032	0,0034	0,0003	0,7319	0,5984
Docosadienóico	0,0022	0,0019	0,0020	0,0002	0,6338	0,5951
DTA	0,0059	0,0051	0,0051	0,0005	0,3325	0,5923
DPA	0,0074	0,0063	0,0050	0,0004	0,0024	0,8428
Lignocérico	0,0019	0,0016	0,0022	0,0002	0,2864	0,1349
DHA	0,0040	0,0126	0,0232	0,0015	<0,0001	0,6367

¹Controle: ração controle (sem aditivo); **2000**: ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000**: ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²EB = Energia Bruta; EE = Extrato Etéreo; CLA = Linoléico conjugado; E cis-8 = Eicosatrienoico (cis - 8, 11, 14); E cis-11 = Eicosatrienoico (cis-11, 14, 17); EPA = Eicosapentaenoico; DTA = Docosatetraenoico; DPA = Docosapentaenoico; DHA = Docosahexaenoico.

Tabela 6. Valores médios das proteínas séricas das porcas, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis	Tratamentos ¹			Erro Padrão	Probabilidade, P	
	Controle	2000	4000		Linear	Quadrática
Proteína Total	7,505	7,418	8,049	0,202	0,1274	0,2777
IgA	0,070	0,065	0,054	0,008	0,2160	0,7803
Ceruloplasmina	0,068	0,086	0,075	0,011	0,7268	0,3432
Transferrina	0,643	0,609	0,673	0,022	0,3496	0,1648
Albumina	4,305	4,087	4,530	0,133	0,3338	0,1574
IgG Cadeia Pesada	1,326	1,356	1,468	0,078	0,2454	0,6967
Haptoglobina	0,059	0,074	0,072	0,008	0,3020	0,4614
α -IgA	0,010	0,011	0,011	0,001	0,2861	0,8875
IgG Cadeia Leve	0,576	0,609	0,741	0,071	0,1394	0,5981
Outras Proteínas	0,444	0,517	0,419	0,049	0,8006	0,1829

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca.

Tabela 7. Valores médios das variáveis da viabilidade econômica de setembro a dezembro de 2016, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ² , R\$		Tratamentos ¹		
		Controle	2000	4000
Setembro	Custo/matriz	189,600	207,006	224,979
	Custo/kg de GP ³	2,610	2,820	2,918
	Receita bruta	1154,116	1165,726	1213,217
	Receita líquida	964,516	958,720	988,238
Outubro	Custo/matriz	185,101	202,502	220,460
	Custo/kg de GP	2,548	2,758	2,859
	Receita bruta	1173,591	1185,397	1233,690
	Receita líquida	988,490	982,895	1013,230
Novembro	Custo/matriz	173,939	191,326	209,244
	Custo/kg de GP	2,394	2,606	2,714
	Receita bruta	1190,242	1202,216	1251,194
	Receita líquida	1016,303	1010,889	1041,950
Dezembro	Custo/matriz	164,275	181,651	199,535
	Custo/kg de GP	2,261	2,475	2,588
	Receita bruta	1315,719	1328,954	1383,096
	Receita líquida	1151,443	1147,303	1183,561

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Custo/Matriz:** Consumo total de ração da porca durante a gestação e lactação (kg) X preço da ração (R\$/kg); **Custo/kg de GP:** Custo total com alimentação por porca (R\$) / ganho de peso dos leitões durante a lactação (kg); **Receita bruta:** Peso total dos leitões no desmame (kg) X preço por kg do leitão (R\$/kg); **Receita líquida:** Receita bruta (R\$) – custo total com alimentação por porca (R\$). ³**Custo/kg de GP** = R\$/kg.

Tabela 8. Valores médios das variáveis da viabilidade econômica de janeiro a agosto de 2017, em função dos níveis de inclusão de DHA nas dietas experimentais das porcas.

Variáveis ² , R\$	Tratamentos ¹			
	Controle	2000	4000	
Janeiro	Custo/matriz	164,109	183,332	199,368
	Custo/kg de GP ³	2,259	2,492	2,586
	Receita bruta	1240,492	1252,971	1304,017
	Receita líquida	1076,383	1069,639	1104,649
Fevereiro	Custo/matriz	163,109	180,484	198,363
	Custo/kg de GP	2,245	2,459	2,572
	Receita bruta	1446,696	1461,249	1520,780
	Receita líquida	1283,587	1280,765	1322,417
Março	Custo/matriz	151,280	168,641	186,478
	Custo/kg de GP	2,082	2,297	2,429
	Receita bruta	1318,543	1331,807	1386,065
	Receita líquida	1167,263	1163,166	1199,587
Abril	Custo/matriz	146,782	164,137	181,959
	Custo/kg de GP	2,021	2,236	2,360
	Receita bruta	1187,566	1199,513	1248,381
	Receita líquida	1040,784	1035,376	1066,422
Maio	Custo/matriz	144,782	162,135	179,950
	Custo/kg de GP	1,993	2,208	2,334
	Receita bruta	1184,741	1196,659	1245,411
	Receita líquida	1039,959	1034,524	1065,461
Junho	Custo/matriz	142,450	159,800	177,606
	Custo/kg de GP	1,961	2,177	2,303
	Receita bruta	1087,215	1098,152	1142,890
	Receita líquida	944,765	938,352	965,284
Julho	Custo/matriz	138,451	155,797	173,589
	Custo/kg de GP	1,906	2,122	2,251
	Receita bruta	1073,240	1084,036	1128,200
	Receita líquida	934,788	928,239	954,611
Agosto	Custo/matriz	138,784	156,130	173,924
	Custo/kg de GP	1,910	2,127	2,256
	Receita bruta	1215,367	1227,593	1277,605
	Receita líquida	1076,583	1071,463	1103,681

¹**Controle:** ração controle (sem aditivo); **2000:** ração controle com adição de 2333 mg de DHA por dia por porca; **4000:** ração controle com adição de 4666 mg de DHA por dia por porca. ²**Custo/Matriz:** Consumo total de ração da porca durante a gestação e lactação (kg) X preço da ração (R\$/kg); **Custo/kg de GP:** Custo total com alimentação por porca (R\$) / ganho de peso dos leitões durante a lactação (kg); **Receita bruta:** Peso total dos leitões no desmame (kg) X preço por kg do leitão (R\$/kg); **Receita líquida:** Receita bruta (R\$) – custo total com alimentação por porca (R\$). ³**Custo/kg de GP** = R\$/kg.

DISCUSSÃO

A inclusão de DHA na dieta das porcas em lactação aumentou o peso ao desmame e o ganho de peso dos leitões, fato que contribuiu para a melhora da conversão alimentar. Tal fato, provavelmente comprova as observações de Leonard et al. (2011) que verificaram que a inclusão de extratos de alga marinha nas dietas de porcas dos 109 dias de gestação até o desmame, aumentou o ganho de peso dos leitões durante o aleitamento, melhorou a microbiota do ceco e a morfologia intestinal dos leitões, aumentando a altura de vilos e a relação da altura de vilos e profundidade de criptas no íleo e jejuno dos leitões.

O cérebro de um leitão recém-nascido pesa aproximadamente 13 g e aumenta em torno de três vezes, chegando a média de 52 g, com 30 dias de idade. O peso corporal, por sua vez, aumenta mais de quatro vezes, ou seja, de aproximadamente 1,5 kg ao nascimento para a média de 7,5 kg aos 30 dias de idade. Este rápido aumento do cérebro e do peso corporal, durante as primeiras 4 semanas de vida dos leitões, torna importante os estudos sobre os efeitos do ômega-3 na alimentação das porcas e dos leitões recém-nascidos (NG e INNIS, 2003), pois os ômega-3, mais especificamente o DHA, ajuda no desenvolvimento da membrana do cérebro humano e da retina (HAKIM, 2012), tendo efeitos positivos no desenvolvimento e função cerebral (CRAWFORD, 2000). Ng e Innis (2003) observaram que os leitões que consumiram mais ômega-3 melhoraram a capacidade de exploração do ambiente, que pode melhorar a atividade e a agilidade e, conseqüentemente, diminuir a mortalidade por esmagamento dos leitões.

Conforme elevaram-se os níveis de DHA nas dietas experimentais, seus níveis também aumentaram no leite das porcas. As porcas que consumiram 15 e 30 g/dia da alga marinha *Schizochytrium* sp. durante a lactação obtiveram aumento de 215% e 480% de DHA no leite, respectivamente. Resultado semelhante ao encontrado por Jin et al. (2017), que observaram aumento do DHA no leite quando suplementaram as porcas, durante 90 dias de gestação até o desmame, com óleo de peixe, fonte de ômega-3. Mateo et al. (2009) também encontraram maior teor de DHA no leite com a inclusão de óleo de peixe nas dietas das porcas em lactação, o que refletiu em melhor ganho de peso dos leitões.

O ganho de peso está diretamente relacionado com a uniformidade de peso dos leitões, e esta afeta a taxa de mortalidade, principalmente dos leitões mais leves (PRAZERES et al., 2016). Observou-se melhor uniformidade da leitegada (menor coeficiente de variação de peso) com o aumento da inclusão de DHA nas dietas das porcas. Entretanto, isso não se refletiu na redução da mortalidade dos leitões, o que pode ser devido aos bons resultados observados na granja em estudo, na qual todos os leitões dos diferentes tratamentos apresentaram menos de 2% de mortalidade.

Eastwood et al. (2016) observaram que porcas suplementadas com ômega 6 e 3 na lactação, não apresentaram diferenças no crescimento dos leitões. Entretanto, relataram que as porcas que consumiram menos ômega-3 mobilizaram a gordura corporal para suprir a energia e nutrientes adequados para o crescimento do leitão e esta dependência do uso de reservas de gordura corporal pode ter efeitos negativos a longo prazo, levando à redução da vida reprodutiva das porcas e aumento do custo de produção. Resultado diferente foi encontrado neste trabalho, no qual observou-se que a inclusão de DHA nas dietas das porcas aumentou o ganho de peso dos leitões e não influenciou no escore corporal das porcas.

Com o intuito de ajudar na recuperação dos animais que sofrem algum estresse imunológico, o ômega-3 tem sido utilizado nas dietas, pois são, potencialmente, agentes anti-inflamatórios (PICCIONE et al., 2016). Entretanto não foram observadas diferenças das proteínas séricas avaliadas nas porcas, fato que pode ser explicado, novamente, pela boa condição sanitária e instalações da granja comercial utilizada no estudo.

A inclusão da farinha de alga marinha *Schizochytrium* sp. na dieta das porcas, durante a lactação, aumenta o custo por kg de leitão produzido. Entretanto, o tratamento 4000 obteve as maiores receitas bruta e líquida, em todos os meses analisados, devido à melhora no desempenho dos leitões.

CONCLUSÃO

A suplementação de dietas de fêmeas em lactação com a alga marinha *Schizochytrium* sp., equivalente a 4666 mg de DHA/dia, promove melhorias no desempenho dos leitões, relacionados ao ganho de peso e uniformidade, através do aumento da ingestão de DHA via aleitamento.

No cenário econômico avaliado de setembro de 2016 a agosto de 2017, a suplementação com 4666 mg de DHA, correspondente a 30 g/dia de farinha de alga *Schizochytrium* sp., durante a lactação das fêmeas aumentaram o custo por kg de leitão produzido, mas promoveram maior receita líquida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRAWFORD, M. A. Placental delivery of arachidonic and docosahexaenoic acids: implications for the lipid nutrition of preterm infants. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 71, p. 275-284, 2000.

DECLERCK, I.; DEWULF J.; SARRAZIN S.; MAES, D. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 1633–1643, 2016.

EASTWOOD, L.; LETERME, P.; BEAULIEU, A. D. Body fat mobilization during lactation in high-producing sows fed varied omega-6 to omega-3 fatty acid ratios. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 96, p. 69-78, 2016.

HAKIM, A. R. The potential of heterotrophic microalgae (*Schizochytrium* sp.) as a source of DHA. **Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology**, v. 7, n. 1, p. 29-38, 2012.

JIN, C.; FANG, Z.; LIN, Y.; CHE, L.; WU, C.; XU, S.; FENG, B.; LI, J.; WU, D. Influence of dietary fat source on sow and litter performance, colostrum and milk fatty acid profile in late gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 1768–1778, 2017.

LEONARD, S. G.; SWEENEY, T.; BAHAR, B.; LYNCH, B. P.; O'DOHERTY, J. V. Effect of dietary seaweed extracts and fish oil supplementation in sows on performance, intestinal microflora, intestinal morphology, volatile fatty acid concentrations and immune status of weaned pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 105, p. 549-560, 2011.

MATEO, R. D.; CARROLL, J. A.; HYUN, Y.; SMITH, S.; KIM, S. W. Effect of dietary supplementation of n-3 fatty acids and elevated concentrations of dietary protein on the performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 948–959, 2009.

NG, K. F.; INNIS, S. M. Behavioral responses are altered in piglets with decreased frontal cortex docosahexaenoic acid. **The Journal of Nutrition**, v. 133, p. 3222-3227, 2003.

PICCIONE, G.; BAZZANO, M.; BRUSCHETTA, D.; GIANNETTO, C.; ARFUSO, F.; GIUDICE, E. Omega-3 fatty acid food enrichment influences some serum acute phase proteins concentration and white blood cell count in athlete horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 39, p. 90–96, 2016.

PRAZERES, C. D.; IRGANG, R.; PEREIRA, M. C.; HAUPTLI, L.; SANTIAN, G. P.; TREVISOL, J. Effect of litter size on the variation in birth and weaning weights of landrace piglets. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, p. 39-45, 2016.

SMITS, R.J.; LUXFORD, B.G.; MITCHELL, M.; NOTTLE, M.B. Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing omega 3 fatty acids from fish oil. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2731–2738, 2011.

VIER, C. M.; WU, F.; MENEGAT, M. B.; CEMIN, H. S.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GONCALVES, M. A.; ORLANDO, U. A.; WOODWORTH, J. C.; GOODBAND, R. D.; DEROUCHÉY, J. M. Effects of Standardized Total Tract Digestible Phosphorus on Growth Performance, Carcass Characteristics, Bone Mineralization, and Economics of 53- to 287-lb Pigs. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v. 3, art. 44, p. 1-18, 2017.

WANG, C.; HARRIS, W. S.; CHUNG, M.; LICHTENSTEIN, A. H.; BALK, E. M.; KUPELNICK, B.; JORDAN, H. S.; LAU, J.; n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α -linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 5–17, 2006.

YOUNG, M.; AHERNE, F. Monitoring and maintaining sow condition. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 299-313, 2005.