



Suplementação com óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados na dieta de leitões na fase de creche: efeitos no desempenho, na resposta inflamatória, no perfil lipídico e no “status” oxidativo

[Supplementation with oils rich in polyunsaturated fatty acids in the diet of pigs in the nursery phase: effects on performance, inflammatory response, lipid profile and oxidative "status"]

B.M.O. Bezerra^{1,3}, R.A. Parente², T.S. Andrade³, P.H. Watanabe³,
J.N.B. Evangelista², D.C.S. Nunes-Pinheiro^{1*}

¹Programa de pós-graduação - Faculdade de Veterinária - Universidade Estadual do Ceará - Fortaleza, CE

²Faculdade de Veterinária - Universidade Estadual do Ceará - Fortaleza, CE

³Programa de pós-graduação - Universidade Federal do Ceará - Fortaleza, CE

RESUMO

Nos sistemas de produção, os produtos naturais vêm se destacando na substituição a produtos sintéticos, dentre eles podemos ressaltar os óleos vegetais ricos em ácido graxos poli-insaturados (PUFA), que são conhecidos, popularmente, por seus efeitos benéficos. Dessa forma, o objetivo com este trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação dos óleos de pequi (*Caryocar brasiliense*) e girassol (*Helianthus annuus*) sobre parâmetros fisiológicos em leitões na fase de creche. Foram utilizados 180 leitões alojados em granja comercial, distribuídos em três grupos (n=60) conforme suplementação alimentar: óleo de pequi, óleo de girassol e controle negativo. Amostras de sangue e o peso dos animais foram obtidos nos intervalos de quatro trocas de rações da fase de creche para avaliação do desempenho, da resposta inflamatória, do perfil lipídico e do “status” oxidativo. Os parâmetros fisiológicos mensurados demonstraram que os óleos interferiram positivamente na resposta inflamatória sistêmica, por meio dos leucócitos totais e da relação neutrófilo/linfócito (P<0,05); no equilíbrio oxidante-antioxidante, por mensuração de óxido nítrico e do malondialdeído (P<0,05); e no metabolismo lipídico, com a avaliação de colesterol total e triglicérides (P<0,05). Por outro lado, esses óleos vegetais interferiram no ganho de peso e no consumo de ração (P<0,05). Assim, concluí-se que a suplementação com óleos de pequi e girassol melhora a saúde dos animais, mas tem impacto negativo no desempenho zootécnico de leitões na fase de creche.

Palavras-chave: produtos naturais, parâmetros zootécnicos, saúde animal

ABSTRACT

In production systems, natural products have been outstanding in replacing synthetic products, among them, we can highlight the vegetable oils rich in polyunsaturated fatty acids (PUFA) that are popularly known for their beneficial effects. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of pequi (*Caryocar brasiliense*) and sunflower (*Helianthus annuus*) oil supplementation on nursery physiological parameters. We used 180 piglets housed in a commercial farm, distributed in 3 groups (n=60) according to food supplementation: pequi oil, sunflower oil and negative control. Blood samples and animal weight were obtained at intervals of four nursery phase rations to evaluate performance, inflammatory response, lipid profile and oxidative status. The physiological parameters measured showed that the oils positively interfered in the systemic inflammatory response through total leukocytes and neutrophil/lymphocyte ratio (P<0.05), in the oxidant-antioxidant balance by measuring nitric oxide and malondialdehyde (P<0.05). and lipid metabolism with the assessment of total cholesterol and triglycerides (P<0.05). On the other hand, these vegetable oils interfered with weight gain and feed intake (P<0.05). Thus, it can be concluded that supplementation with pequi and sunflower oils improves animal health, but has a negative impact on the piglet's performance in the nursery phase.

Keywords: natural products, zootechnical parameters, animal health

Recebido em 3 de dezembro de 2018

Aceito em 18 de setembro de 2019

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: diana.pinheiro@uece.br

INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira é marcada, principalmente, pela forma intensiva, e esse tipo de criação vem sofrendo algumas mudanças devido a exigências dos consumidores. A busca da sociedade e do mercado externo por produtos de qualidade tem conquistado alguns progressos na produção de animais, como a substituição de produtos sintéticos por naturais (Baptista *et al.*, 2011). Nos últimos anos, muitos produtos naturais, incluindo os óleos vegetais, são utilizados como aditivos nas dietas de animais de produção para promover estímulo imunológico (Lin *et al.*, 2018), assim como para melhorar o desempenho produtivo por meio de efeitos fisiológicos e ações nutricionais (Liu *et al.*, 2017).

Os ácidos graxos poli-insaturados são constituintes de muitos óleos vegetais e possuem vários efeitos benéficos para os organismos. Dentre eles, podemos destacar a influência no metabolismo de lipídios (Go *et al.*, 2014), no estresse oxidativo (Li *et al.*, 2014) e na função imune (Tangue e Tanghe, 2014). Diante disso, o objetivo com este estudo foi avaliar os efeitos da suplementação dos óleos de pequi (*Caryocar brasiliense*) e girassol (*Helianthus annuus*) sobre o desempenho, os marcadores inflamatórios, o metabolismo lipídico e o estresse oxidativo em leitões na fase de creche criados em sistema intensivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em granja comercial situada em Maranguape, Ceará, Brasil, latitude 03°88'29", longitude 38°67'75" e altitude de 70m. Essa região é classificada como Aw (tropical quente com inverno seco) de acordo com Köppen e Geiger. O protocolo experimental foi aprovado pelo Ceua/Uece, sob o número 6364557/2015. Foram utilizados 180 leitões, fêmeas e machos castrados de genética comercial, distribuídos aleatoriamente em blocos ao acaso, de acordo com três grupos experimentais suplementados com óleos vegetais: controle negativo, óleo de pequi e óleo de girassol. Cada grupo foi dividido em quatro unidades experimentais, com 15 animais cada, onde duas eram constituídas por leitões com pesos iniciais entre 5,5-6,0kg, e as outras duas entre 6,1-6,5kg.

Os leitões foram clinicamente avaliados no primeiro dia do experimento mediante observação das mucosas, mensuração da temperatura e análise da presença ou ausência de diarreia e/ou tosse. Foram realizados exames de fezes, e os animais apresentaram-se negativos para presença de ovos e parasitas. Todos os animais foram considerados saudáveis.

Os leitões foram pesados no dia do desmame (D0), que foi realizado quando os animais estavam com 21 dias de vida, e a cada mudança de ração à base de milho e soja específica para fase de creche: pré-inicial 1 (D1), pré-inicial 2 (D2), inicial 1 (D3) e inicial 2 (D4). O experimento finalizou no dia da saída dos animais, com 63 dias de vida, da fase de creche para a fase de crescimento. Com base nos pesos obtidos, foi calculado o ganho de peso diário (GPD) (kg/dia) de cada animal.

O arraçamento dos leitões foi realizado duas vezes ao dia (manhã e tarde), com dietas isoenergéticas e isoproteicas. A inclusão dos óleos de pequi e girassol, que foram obtidos comercialmente, foi padronizada em 0,2mL de óleo/kg do animal, e seu ajuste era realizado após cada pesagem dos animais. Os óleos foram adicionados com auxílio de uma betoneira imediatamente antes do arraçamento, quando eram misturadas as quantidades calculadas de ração e de óleos para cada unidade experimental.

A quantidade de ração foi ajustada semanalmente. Na primeira semana, foi ofertado 0,2kg/animal/dia (pré-inicial 1); na segunda semana, 0,4kg/animal/dia (pré-inicial 2); na terceira e quarta semanas, 0,7kg/animal/dia (inicial 1); e na quinta e sexta semanas, 0,9kg/animal/dia (inicial 2). Com base nesses dados, foram obtidos os valores de consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA).

Foram realizadas coletas de sangue por venopunção jugular de três animais de cada unidade experimental, escolhidos aleatoriamente, em D0, D1, D2, D3, D4. As amostras sanguíneas foram coletadas em tubos com anticoagulante (EDTA) e sem anticoagulante. No sangue total, foram quantificados leucócitos totais ($\times 10^3/\mu\text{L}$) em aparelho de automação hematológico, e o diferencial de leucócitos foi realizado em esfregaço sanguíneo submetido à coloração rápida

para obtenção da relação neutrófilo/linfócito. No soro obtido após centrifugação, foram dosados os teores de albumina, ácido úrico (mg/dL), proteína total (g/dL), colesterol total (mg/dL) e triglicerídeos (mg/dL), utilizando-se metodologias específicas conforme o fabricante dos *kits* comerciais (Bioclin®), em espectrofotômetro

O óxido nítrico (ON) sérico foi mensurado pela metodologia de Griess modificada, em placa de 96 poços (D'Ávila *et al.*, 2008). Para tanto, o reagente de Griess preparado (100µL) foi adicionado a 50µL do soro e 50µL de água destilada em cada poço da placa para obtenção dos valores de nitrito em espectrofotômetro (550nm). Para obtenção das quantidades de proteínas séricas, foi utilizado o reagente de Bradford (200µL) adicionado a 4µL do soro em cada poço da placa, e a leitura realizada em leitor de ELISA (600nm) (Bradford 1976). Os resultados foram expressos em µg nitrito/µg proteína.

Para avaliação da peroxidação lipídica, foi realizada a quantificação do malondialdeído (MDA) sérico em tubos de vidro, onde foram adicionados 250µL de soro, seguidos por 400µL de ácido perclórico (35%) em banho-maria (37°C; 1 hora). A mistura foi centrifugada (1400g; 10 minutos), e os 600µL do sobrenadante foram adicionados a 200µL de ácido tiobarbitúrico a 1,2%. Essa mistura foi levada ao banho-maria (95°C; 30 minutos). Após resfriada, realizou-se a leitura em espectrofotômetro (535nm). Os resultados obtidos foram expressos em nmol/mL de soro (Draper e Hadley, 1990). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM de programa estatístico SAS (Statistical Analysis System-University Edition). Para os dados de desempenho, foram considerados os períodos de 21 a 28, 21 a 33, 21 a 40, 21 a 47, 21 a 59 dias de vida, e as médias comparadas pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade. Para os parâmetros de avaliação inflamatória, de perfil lipídico e de estresse oxidativo, foram considerados os dias de coleta 21, 33, 40, 47 e 59 dias de idade, e as médias comparadas pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros zootécnicos consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) foram avaliados, e seus resultados encontram-se na Tab. 1, onde se pode observar que o GDP foi maior no grupo controle quando comparado aos grupos suplementados com os óleos na primeira e na quarta semana do experimento ($P<0,05$), assim como o CDR na segunda semana ($P<0,05$). Esses dados demonstram que a suplementação com óleos de pequi e girassol afeta o desempenho de leitões na fase de creche. Já foi observado que a adição de óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados na dieta de suínos não afeta o desempenho de crescimento desses animais significativamente, apesar de haver uma tendência a um menor ganho de peso diário (Szostak *et al.*, 2016). A redução no ganho de peso pode ser atribuída ao ácido clorogênico, componente do óleo de girassol, pois ele possui esse efeito em animais (Bhandarkar *et al.*, 2019).

As respostas dos organismos diante de desafios de natureza traumática, infecciosa e não infecciosa ocorrem por meio de marcadores inflamatórios que irão determinar uma resposta proporcional à magnitude da agressão (Holvoet, 2008). Os ácidos graxos poli-insaturados dos óleos de pequi e girassol são essenciais para a síntese de marcadores e reguladores da inflamação (Li *et al.*, 2014). Dentre esses marcadores, podem-se destacar os leucócitos totais, a relação neutrófilo/linfócito, as proteínas totais e a relação albumina/globulina, que foram avaliados neste estudo e encontram-se na Tab. 2.

Os leucócitos dos leitões, uma semana após o desmame, suplementados com óleo de girassol, encontravam-se mais elevados quando comparados aos outros grupos ($P<0,05$). Esse aumento no número de leucócitos pode ser relacionado com a composição rica em ômega-6 do óleo de girassol, que estimula o mecanismo anti-inflamatório em uma fase crítica para os leitões, o pós-desmame, levando a um aumento dessas células nos animais suplementados com esse óleo (Baker *et al.*, 2018).

Tabela 1. Desempenho de leitões na fase de creche suplementados com óleos de pequi e girassol

Variáveis do desempenho	Tratamentos				
	21 a 28 dias			CV%	Valor de P
	Controle (n=60)	Pequi (n=60)	Girassol (n=60)		
CDR(g)	0,15	0,12	0,11	24,52	0,1733
GDP(g)	0,08	0,04	0,03	31,32	0,0059
CA	3,77	3,27	1,97	45,51	0,2201
	21 a 33 dias				
CDR(g)	0,49	0,42	0,37	12,42	0,0486
GDP(g)	0,18	0,18	0,14	17,18	0,1066
CA	2,70	2,42	2,70	7,17	0,1067
	21 a 40 dias				
CDR(g)	0,35	0,33	0,31	7,18	0,0682
GDP(g)	0,22	0,20	0,20	6,56	0,1355
CA	1,59	1,61	1,52	4,49	0,2109
	21 a 47 dias				
CDR(g)	0,43	0,39	0,39	5,02	0,0680
GDP(g)	0,26	0,24	0,22	5,39	0,0104
CA	1,63	1,58	1,76	6,28	0,1030
	21 a 59 dias				
CDR(g)	0,58	0,54	0,55	4,78	0,2454
GDP(g)	0,35	0,34	0,33	5,92	0,4945
CA	1,63	1,62	1,61	5,29	0,9214

Tabela 2. Avaliação inflamatória sistêmica de leitões na fase de creche suplementados com óleos de pequi e girassol

Grupos	Dias	Parâmetros				
		Controle (n=60)	Pequi (n=60)	Girassol (n=60)	CV%	Valor de P
Leucócitos totais (x10 ³ /μL)	D0	12,89	14,85	13,80	24,05	0,3659
	D1	15,47	15,62	18,50	15,38	0,0096
	D2	18,08	19,66	20,43	19,88	0,3267
	D3	21,19	21,92	21,25	24,10	0,9283
	D4	15,70	16,35	16,43	21,61	0,8528
Neutrófilo/linfócito	D0	0,92	2,31	1,21	72,19	0,0083
	D1	0,60	0,68	0,56	34,63	0,3916
	D2	0,78	0,80	1,01	38,81	0,1890
	D3	0,62	0,85	0,73	31,74	0,0788
	D4	0,83	0,59	0,62	41,16	0,0850
Proteínas totais (g/dL)	D0	4,93	5,22	4,77	10,10	0,1003
	D1	4,94	5,48	5,41	10,32	0,0515
	D2	4,97	4,53	4,72	19,19	0,4995
	D3	5,00	5,53	6,74	19,82	0,0025
	D4	5,38	5,71	6,21	16,63	0,1175
Albumina/globulina	D0	1,09	0,95	1,39	42,21	0,0975
	D1	0,65	0,71	0,85	31,10	0,1030
	D2	0,72	0,68	0,70	39,99	0,9259
	D3	0,53	0,39	0,38	34,01	0,0363
	D4	0,58	0,64	0,58	32,30	0,7169

As proteínas totais dos grupos suplementados com óleo de pequi e óleo de girassol foram maiores em D1 e D3 quando comparadas ao grupo controle ($P < 0,05$). Já a relação albumina/globulina do grupo controle em D3 demonstrou-se mais elevada quando comparada aos grupos suplementados com os óleos ($P < 0,05$) (Tab. 2). O aumento da proteína total e da relação albumina/globulina em D3 pode ser associado ao fato de a albumina, nos animais tratados com os óleos, ter atividade antioxidante natural não enzimática, sendo relacionada com o estresse oxidativo, o que será discutido mais adiante.

Para avaliar a influência do uso dos óleos vegetais sob o perfil lipídico, foram dosados o colesterol total e os triglicérides dos leitões (Tab. 3). O

colesterol total apresentou-se mais elevado nos animais do grupo girassol em D1 e D3 e nos animais do grupo pequi em D4 quando comparado aos outros grupos ($P < 0,05$). Os valores de triglicérides não variaram entre os grupos ($P > 0,05$). Óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados afetam o metabolismo lipídico dos organismos de maneira favorável (Vijavakumar *et al.*, 2016). Esses óleos são bem metabolizados pelo fígado para síntese e secreção de colesterol, que é essencial para manutenção da homeostase celular, já que é um constituinte tão importante de suas membranas (Go *et al.*, 2014). Como somente o colesterol total foi dosado, não foi possível avaliar o impacto desses óleos no colesterol HDL e no LDL, e a suplementação com eles não influenciou no aumento de triglicérides.

Tabela 3. Perfil lipídico de leitões na fase de creche suplementados com óleos de pequi e girassol

Grupos	Dias	Parâmetros			CV%	Valor de P
		Controle (n=60)	Pequi (n=60)	Girassol (n=60)		
Colesterol (mg/dL)	D0	136,4	126,9	127,7	20,17	0,6232
	D1	64,3	51,2	71,2	23,26	0,0066
	D2	84,8	78,8	77,9	13,01	0,2391
	D3	69,4	87,6	93,4	14,92	0,0001
	D4	84,7	105,2	98,3	14,67	0,0041
Triglicérides (mg/dL)	D0	56,4	62,3	58,0	15,92	0,2906
	D1	47,2	47,0	47,2	12,27	0,9942
	D2	60,2	59,8	50,4	18,07	0,0418
	D3	58,7	56,0	64,0	18,90	0,2235
	D4	52,3	52,8	52,3	14,98	0,9840

A dieta acrescida de ácidos graxos poli-insaturados constitui uma opção natural na suplementação dietética de suínos. Porém, é necessário que se determine a concentração ideal de suplementação, pois ela pode influenciar, de forma negativa ou positiva, na saúde dos animais (Tanghe *et al.*, 2014). Diante disso, os óleos de pequi e girassol foram escolhidos no presente estudo porque são produtos naturais ricos em ácidos graxos poli-insaturados e podem substituir os sintéticos nos sistemas de produção brasileiros. O óleo de pequi é proveniente de fruto encontrado no cerrado brasileiro e é uma importante fonte de renda para agricultura de subsistência dessa região (Lima *et al.*, 2007). O óleo de girassol, por sua vez, não tem origem no Brasil, mas é amplamente utilizado por sua população na alimentação e vem ganhando espaço na nutrição de animais, por seus efeitos benéficos à saúde (Lage *et al.*, 2016).

Os óleos de pequi e girassol são óleos vegetais ricos em ácidos graxos poli-insaturados, destacando-se o ácido oleico (ômega-9) (Oliveira *et al.*, 2010) e o ácido linoleico (ômega-6), respectivamente (Vijavakumar *et al.*, 2016). Devido a essa composição, esses óleos já são estudados e utilizados, amplamente, por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes (Lin *et al.*, 2018) (Oliveira *et al.*, 2010). Na produção animal, torna-se relevante comprovar os seus efeitos fisiológicos benéficos e conhecer o impacto econômico de seu uso.

O equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes é importante para a manutenção da homeostase dos organismos (Sies, 1991). O óleo de girassol, além de possuir um alto teor de ácidos graxos poli-insaturados, é rico em vitamina E, um antioxidante lipossolúvel (Esmailzadeh e Azadbakht, 2011). O óleo de pequi, por sua vez,

também possui em sua constituição ácidos graxos poli-insaturados, e sua ação antioxidante é associada ao seu teor de carotenoides (Miranda-Vilela *et al.*, 2014). Dentre as espécies oxidantes, destaca-se o óxido nítrico, que, no presente estudo, mostrou-se mais elevado no grupo controle em D1 (Tab. 4), demonstrando que os óleos foram eficientes na neutralização desse radical livre no pós-desmame dos leitões, período que induz o estresse oxidativo nesses animais (Buchet *et al.*, 2017).

O dano causado por espécies oxidantes nas membranas celulares gera formação do subproduto malondialdeído (Moselhy *et al.*, 2013), que se apresentou mais elevado nos leitões suplementados com os óleos de girassol e pequi nos momentos D2 e D3 em comparação aos animais dos grupos controle ($P < 0,05$) (Tab. 4). Esse aumento do MDA pode ser relacionado com o aumento do colesterol nesses animais, já que esse esteroide serve com substrato para oxidação em membranas celulares, estimulando, dessa forma, a formação do MDA (Holvoet, 2008).

Tabela 4. Parâmetros do estresse oxidativo de leitões na fase de creche suplementados com os óleos de girassol e pequi

Grupos	Dias	Parâmetros				Valor de P
		Controle (n=60)	Pequi (n=60)	Girassol (n=60)	CV%	
NO ($\mu\text{g ONO}/\mu\text{g pt}$)	D0	0,004	0,003	0,004	39,13	0,2305
	D1	0,003	0,001	0,002	44,75	0,0341
	D2	0,004	0,004	0,003	35,84	0,3376
	D3	0,002	0,001	0,001	38,09	0,7281
	D4	0,002	0,003	0,003	58,77	0,0448
MDA (nmol/mL soro)	D0	13,29	13,32	11,71	16,32	0,1125
	D1	13,40	12,76	11,61	20,13	0,2325
	D2	31,04	32,85	37,46	09,66	0,0001
	D3	23,38	29,91	35,44	18,79	<0,0001
	D4	13,84	11,36	11,39	22,40	0,0524
Ácido úrico (mg/dL)	D0	0,89	0,98	1,10	35,64	0,3357
	D1	0,97	0,75	0,73	43,64	0,2087
	D2	1,37	1,30	1,07	27,29	0,0969
	D3	1,14	0,87	1,40	29,46	0,0024
	D4	0,77	0,65	0,67	52,77	0,6838
Albumina (g/dL)	D0	2,64	2,44	2,80	22,29	0,3366
	D1	1,95	2,23	2,43	17,80	0,0203
	D2	2,04	1,86	1,93	20,50	0,5618
	D3	1,65	1,55	1,84	20,89	0,1482
	D4	1,94	2,17	2,10	14,44	0,1617

Para combater o estresse oxidativo dos organismos, os antioxidantes não enzimáticos, como albumina e ácido úrico, atuam neutralizando os radicais livres. No presente experimento, esses antioxidantes foram avaliados e encontram-se na Tab. 4. A albumina estava mais elevada nos animais suplementados com os óleos de pequi e girassol em D1, no mesmo momento em que o teor de óxido nítrico foi menor. Esse importante antioxidante natural dos fluidos extracelulares age na neutralização de radicais livres, o que, provavelmente, aconteceu no presente estudo (Barreiros *et al.*, 2006). O ácido úrico é o principal produto do metabolismo de

nitrogênio e purina das proteínas (Harr, 2002), por isso o seu valor mais elevado no D3 pode ser relacionado ao aumento de proteína total nesse momento. Considerando a tendência atual da substituição de produtos sintéticos na produção animal, os produtos naturais, como óleos vegetais, podem ser utilizados com essa finalidade.

CONCLUSÃO

Os óleos de pequi, rico em ômega-9, e de girassol, rico em ômega-6, apresentaram efeito negativo no consumo de ração e no ganho de peso dos leitões. Por outro lado, a suplementação com esses óleos

estimulou os animais no combate à inflamação e ao estresse oxidativo, além de interferir positivamente no metabolismo lipídico. Conclui-se que a suplementação com óleos de pequi e girassol melhora a saúde dos animais, mas tem impacto negativo no desempenho zootécnico de leitões na fase de creche.

AGRADECIMENTOS

À Capes, ao CNPq, à Finep, à Uece e à Granja Xerez, pelo apoio para o desenvolvimento do experimento.

REFERÊNCIAS

- BAKER, E.J.; YUSOF, M.H.; YAQOUB, P. *et al.* Omega-3 fatty acids and leukocyte-endothelium adhesion: Novel anti-atherosclerotic actions. *Mol. Aspect. Med.*, v.64, p.169-181, 2018.
- BHANDARKAR, N.S.; BROWN, L.; PANCHAL, S.K. Chlorogenic acid attenuates high-carbohydrate, high-fat diet-induced cardiovascular, liver, and metabolic changes in rats. *Nutr. Res.*, v.62, p.78-88, 2019.
- BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. Estresse oxidativo: Relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Quim. Nova*, v.29, p.113-123, 2006.
- BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. *Cienc. Rural*, v.41, p.1823-1830, 2011.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, v.72, p.248-254, 1976.
- BUCHET, A.; BELLOC, C.; LEBLANC-MARIDOR, M. *et al.* Effects of age and weaning conditions on blood indicators of oxidative status in pigs. *PLoS. One*, v.12, p.e0178487, 2017.
- D'ÁVILA, V.G.F.C.; SOUSA JÚNIOR, N.B.; SOUSA, F.B. *et al.* Avaliação da produção de óxido nítrico em ratos, submetidos aos exercícios aeróbios e anaeróbios. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, v.44, p.755-761, 2008.
- DRAPER, H.H.; HADLEY, M. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzymol.*, v.186, p.421-431, 1990.
- ESMAILZADEH, A.; AZADBAKHT, L. Different kinds of vegetable oils in relation to individual cardiovascular risk factors among Iranian women. *Br. J. Nutr.*, v.105, p.919-927, 2011.
- GO, R.; HWANG, K.; KIM, Y. *et al.* Effects of palm and sunflower oils on serum cholesterol and fatty liver in rats. *J. Med. Food.*, v.0, p.1-7, 2014.
- HARR, K.E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. *Vet. Clin. Pathol.*, v.31, p.140-151, 2002.
- HOLVOET, P. Relations between metabolic syndrome, oxidative stress and inflammation and cardiovascular disease. *Verh. K. Acad. Geneesk. Belg.*, v.70, p.193-219, 2008.
- LAGE, L.A.; LOPES, M.A.; LOPES, F.C.F. *et al.* Economic feasibility of adding sunflower oil to elephant grass-based diets of lactating dairy cows. *Semin. Ciênc. Agrár.*, v.37, p.2313-2320, 2016.
- LI, K.; HUANG, T.; ZHENG, J. *et al.* Effect of marine-derived n-3 polyunsaturated fatty acids on C-reactive protein, interleukin 6 and tumor necrosis factor alpha: a meta-analysis. *PLoS One*, v.9, p.e88103, 2014.
- LIMA, A.; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R.A. *et al.* Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, camb.). *Rev. Bras. Frutic.*, v.29, p.695-698, 2007.
- LIN, T.; ZHONG, L.; SANTIAGO, J.L. Anti-inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils. *Int. J. Mol. Sci.*, v.19, p.1-21, 2018.
- LIU, W.; PEDRAM, R.; JAVANDEL, F. *et al.* The effects of different levels of dietary fish oil, soybean oil, and sunflower oil on performance and immunity related parameters of broiler chicken. *J. Anim. Plant Sci.*, v.27, p.384-389, 2017.
- MIRANDA-VILELA, A.L.; GRISOLIA, C.K.; LONGO, J.P.F. *et al.* Oil rich in carotenoids instead of vitamins C and E as a better option to reduce doxorubicin-induced damage to normal cells of Ehrlich tumor-bearing mice: hematological, toxicological and histopathological evaluations. *J. Nutr. Biochem.*, v.25, p.1161-1176, 2014.

MOSELHY, H.F.; REID, R.G.; YOUSEF, S. *et al.* A specific, accurate, and sensitive measure of total plasma malondialdehyde by HPLC. *J. Lipid. Res.*, v.54, p.852-858, 2013.

OLIVEIRA, M.L.M.; NUNES-PINHEIRO, D.C.S.; TOMÉ, A.R. *et al.* In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* Wittm. seeds. *J. Ethnopharmacol.*, v.129, p.214-219, 2010.

SIES, H. Oxidative stress: from basic research to clinical application. *Am. J. Med. Sci.*, v.91, p.31S-38S, 1991.

SZOSTAK, A.; OGLUZKA, M.; TE PAS, M.F.W. *et al.* Effect of a diet enriched with omega-6 and omega-3 fatty acids on the pig liver transcriptome. *Genes Nutr.*, v.11, p.1-17, 2016.

TANGHE, S.; COX, E.; MELKEBEEK, V. *et al.* Effect of fatty acid composition of the sow diet on the innate and adaptive immunity of the piglets after weaning. *Vet. J.*, v.200, p.287-293, 2014.

VIJAYAKUMAR, M.; VASUDEVAN, D.M.; SUNDARAM, K.R. *et al.* A randomized study of coconut oil versus sunflower oil on cardiovascular risk factors in patients with stable coronary heart disease. *Indian Heart, J.*, v.68, p.498-506, 2016.