

POTENCIAL DO USO DE ÓLEO DE COCO E CÁRTAMO COMO SUBSTITUTO DA RACTOPAMINA NA SUPLEMENTAÇÃO DE DIETAS PARA SUÍNOS

Data de aceite: 01/03/2024

José Aparecido Moreira

Clara Viviane da Silva Costa

Andreza Lourenço Marinho

Elisanie Neiva Magalhães Teixeira

Janete Gouveia de Souza

Jorge Santos Cavalganti

RESUMO: Objetivou-se avaliar o potencial do uso de óleo de coco e cártamo como substituto da ractopamina na suplementação de dietas para suínos em terminação. Foram utilizados 24 suínos machos castrados mestiços com peso médio de $78,00 \pm 8,76$ kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos constituíram de T1 – Ração Basal (RB); T2 – RB + 10 ppm de ractopamina; T3 – RB + 4g de óleo de coco e T4 – RB + 4g de óleo de cártamo. Avaliou-se os parâmetros de desempenho, peso dos órgãos, características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa. Os animais alimentados com ractopamina e o óleo de cártamo apresentaram melhor conversão alimentar. O maior ganho de

peso foi observado ($p \leq 0,05$) nos animais suplementados com o óleo de coco e a ractopamina. Em relação ao peso dos órgãos, observou-se redução ($p \leq 0,05$) no peso do estômago dos animais suplementados com o óleo de coco. Constatou-se redução significativa ($p \leq 0,05$) na espessura de toucinho no ponto 3 dos animais suplementados com óleo de cártamo e para área de olho de lombo houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) nos alimentados com ractopamina. Os demais parâmetros de carcaça não foram observados ($p > 0,05$) diferença entre os tratamentos utilizados. Nas avaliações do perfil de ácidos graxos, observou-se maior concentração ($p \leq 0,05$) de C12:0 e C14:0 no tecido adiposo dos suínos suplementados com óleo de coco. No músculo Longissimus dorsi houve o enriquecimento com ω -9, redução do C18:1n9t nos animais suplementados com óleo cártamo e elevação de C16:1 nos suplementados com óleo de coco. Recomenda-se a utilização do óleo de cártamo em substituição a ractopamina, por apresentar melhor conversão alimentar, reduzir a espessura de toucinho e promover o enriquecimento da carne com ω -9.

PALAVRAS-CHAVE: aditivos, suínos, promotor de crescimento, nutrição

ABSTRACT: The objective was to evaluate the potential of using coconut and safflower oil as a substitute for ractopamine in supplementing diets for finishing pigs. 24 crossbred barrows were used with an average weight of 78.00 ± 8.76 kg, distributed in a randomized block design with four treatments and six replications. The treatments constituted of T1 – basal ration (BR); T2 – BR + 10 ppm of ractopamine; T3 – BR + 4g of coconut oil and T4 –BR + 4g of safflower oil. Assessed the performance parameters, organ weight, carcass characteristics, meat quality and profile of fatty acids by gas chromatography. Animals fed ractopamine and safflower oil showed better feed conversion. The highest weight gain was observed ($p \leq 0.05$) in the animals supplemented with coconut oil and ractopamine. In relation to the weight of the organs, it was observed reduction ($p \leq 0.05$) in the stomach weight of animals supplemented with coconut oil. There was a significant ($p \leq 0.05$) reduction in the backfat thickness at point 3 of the animals supplemented with safflower oil and in the loin eye area there was a significant effect ($p \leq 0.05$) on the ractopamine fed. The other carcass parameters were not observed ($p > 0.05$) difference between the treatments used. In the evaluation of the fatty acid profile, a higher concentration ($p \leq 0.05$) of C12:0 and C14:0 was observed in the adipose tissue of the pigs supplemented with coconut oil. In the longissimus muscle dorsi there was the enrichment with ω -9, reduction of C18:1n9t in animals supplemented with oil safflower and elevation of C16:1 in supplemented with coconut oil. The use of safflower oil is recommended to replace the ractopamine, for presenting better feed conversion, reduce the backfat thickness and promote meat enrichment with ω -9.

KEYWORDS: aditivos, pigs, growth promotor, nutrition

INTRODUÇÃO

A valorização da carne suína se deu em meados dos anos 70, onde suinocultores passaram a criar e produzir animais com carcaças mais magras, sendo desenvolvido um suíno com 30% de massa anterior e 70% de posterior, deixando de produzir o porco banha pelo suíno light (ABPA, 2015). Passando a produzir um alimento rico em proteínas, aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B, ácidos graxos, minerais Além do mais, quando produzida com eficiência produtiva, pode apresentar baixo teor de ácidos graxos saturados, baixo teor de calorías, assim como níveis de colesterol semelhantes aos de outros tipos de carne (Roppa, 1999; Fávero 2002; Bragagnolo, Rodriguez-Amaya, 2002; ABPA, 2015).

Buscando enriquecer a carne suína, o mercado suínico vem investindo em novas alternativas e tecnologias para potencializar a produção de carne magra na carcaça (Athayde et al, 2011). Uma das estratégias adotadas para esta produção é o uso de beta-agonistas como a ractopamina e o enriquecimento da carne através da utilização de lipídeos, como os óleos vegetais ricos em ácidos graxos essenciais ao organismo (Torrent, 2014; Silva et al 2015)

A ractopamina ministrada na fase de terminação atua diretamente sobre o metabolismo do tecido adiposo estimulando à lipólise, modificando positivamente o metabolismo de carboidratos e proteico, dando aporte para o crescimento de massa magra, redução de espessura de toucinho e incremento na musculatura esquelética (Marinho et al, 2007; Pereira et al, 2008; Rossi et al., 2010; Araújo et al, 2014).

A ractopamina é utilizada em mais de 20 países como os EUA, Canadá, Austrália e quase toda à América Latina. No Brasil, desde 2012, o Ministério de Agricultura autorizou sua utilização baseada no preconizado pela Comissão Alimentar do Codex Alimentarius, que, através de evidências científicas realizadas pelo Comitê Conjunto de Especialistas sobre Aditivos Alimentícios da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), que descreveram que o uso deste β – adrenérgico não traz impacto para a saúde humana. Entretanto, os países da União Europeia, China e Rússia, importantes consumidores mundiais de proteínas animais, não permitem o uso e a exportação de carne com ractopamina baseado no argumento de que alguns médicos acreditam que a ractopamina possa provocar doenças (Bonaparte et al. 2015).

Os lipídeos são importantes do ponto de vista nutricional por serem importantes precursores dos ácidos graxos essenciais. Sendo o óleo de cártamo composto pelos ácidos graxos de cadeia média palmítico, considerado maléfico ao organismo humano, e esteárico, e pelos ácidos oleico e linolênico altamente benéfico ao homem (Yeilaghi et al., 2012). Okuno et al (1997) demonstraram que por ser rico em ácidos graxos de cadeia longa, o óleo de cártamo podem agir como elemento de ligação à proteína receptora PPAR α e, desta maneira, modular a diferenciação dos pré- adipócitos as células maduras do tecido adiposo. O óleo de coco, nos últimos tempos, veio ganhando certa atenção no mercado devido, em sua composição, ser rica em ácidos graxos de cadeia média (AGCM), sendo em torno de 50 % e o seu principal ácido graxo, o láurico, tornando-o um alimento de baixas quantidades de ácidos graxos essenciais. Por ser rico em AGCM, o óleo de coco apresenta certas particularidades referentes ao metabolismo hepático, sendo essas características responsáveis pelo efeito positivo na redução da adiposidade abdominal (Muniz, 2004; Assunção et al., 2009; Zakaria et al., 2011; Ippagunta et al., 2011).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a possibilidade da substituição da ractopamina pelos óleos vegetais cártamo e coco.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro de Pesquisa e Manejo de Suínos, localizado na Unidade Acadêmica Especializada de Ciências Agrárias (UAECIA) – da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) com coordenadas 5°53'7"S 35°21'38"W. O projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de ética no uso de animais – CEUA – UFRN sob o nº 002 – 2016. Foram utilizados 24 suínos mestiços machos castrados com peso médio de 78,00 \pm 8,76 kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, contendo quatro tratamentos e seis repetições. Os animais foram alojados em um galpão experimental com piso de concreto medindo 2,76m X 1,85 m, contendo bebedouros do tipo chupeta e comedouros semiautomáticos.

Durante todo o período experimental, foram registradas as temperaturas máxima, mínima e a UR %, sendo registrado média de 35 °C para máxima, 22 °C para mínima e 71% de UR.

As rações experimentais foram formuladas seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011). Os tratamentos foram constituídos por uma dieta basal formulada à base de milho, farelo de soja, óleo vegetal e núcleo comercial para suínos em terminação, sendo os tratamentos distribuídos em: T1 – Ração Basal (RB); T2 – RB + 10 ppm de ractopamina; T3 – RB + 4g de óleo de cártamo e T4 – RB + 4g de óleo de coco. A composição das dietas encontra-se descrito na tabela 01 e o período experimental teve duração de 30 dias.

A suplementação com o óleo de coco e óleo de cártamo foi realizada via oral na forma de cápsulas sendo administrada às 8:00 h e às 16:00 h as dietas e água foram oferecidas aos animais *in ad libitum*.

Ao início e ao término do período experimental, foram realizadas pesagens dos animais, bem como, diariamente, as sobras das rações fornecidas foram pesadas para à realização da avaliação dos parâmetros de desempenho.

Ingrediente (%)	Ração basal (RB)	Ração com Ractopamina
Milho	73,15	75,53
Soja	15,13	13,61
Trigo	6,46	6,00
Núcleo	3,00	3,00
Óleo Soja	2,00	1,00
L_Lisina	0,22	0,23
L_Treonina	0,04	0,57
L_Triptofano	-	0,01
Ractopamina 10 ppm	-	0,05
Valores Calculados	100	100
Proteína Bruta	13,53	14,00
EM (kcal/kg)	3230	3230
Fósforo disponível	0,11	0,09
Sódio	0,15	0,03
Cloro0,04	0,04	0,04
Lisina	0,72	0,68
Metionina	0,23	0,21
Treonina	0,48	0,93
Triptofano	0,13	0,13
Valina	0,56	0,54

Níveis de garantia por kg do produto: cálcio (min) 235 g/kg; cálcio (máx) 240 g/kg; fósforo (min) 34,67 g/kg; sódio (min) 585 g/kg; ferro (min) 3,389 mg/kg; cobre (min) 4,000 mg/kg; manganês (min) 1,333 mg/kg; zinco (min) 3,333 mg/kg; iodo (min) 33,33 mg/kg; cobalto (min) 6,86 mg/kg; selênio (min) 10 mg/kg; vitamina a (min) 116,800 ui/kg; vitamina d3 (min) 25,000 ui/kg; vitamina e (min) 833,33 ui/kg; vitamina k3 (min) 40 mg/kg; vitamina b1 (min) 16,7 mg/kg; vitamina b2 (min) 66,7 mg/kg; niacina (min) 500 mg/kg; ácido patotênico (min) 267 mg/kg; vitamina b6 (min) 16,7 mg/kg; ácido fólico (min) 5 mg/kg; biotina (min) 3,33 mg/kg; vitamina b12 (min) 333 mcg/kg; fitase 16,66 ftu/g; bht 133 mg/kg; bacitracina (min) 1,883 mg/kg; colina (min) 3,338 mg/kg e flúor (máx) 332 mg/kg.

Tabela 01. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos em terminação

Após o período de 30 dias, estando os animais com peso médio de $104,00 \pm 7,03$ kg, os animais foram submetidos a jejum de sólidos durante um período de oito horas, transportados a Unidade de Processamento de Carnes do município de São Paulo do Potengi – RN, onde os mesmos passaram por um descanso pré – abate de quatro horas, totalizando um jejum de 12 horas. Em seguida, foi realizada à insensibilização por eletronarcose, sangria da veia jugular, toaleta e a evisceração de acordo com as técnicas de abate humanitário.

Após a toaleta e evisceração, que durou aproximadamente 45 minutos, foi feito a avaliação do pH e temperatura inicial, depois às carcaças foram serradas ao meio e realizou – se o peso da carcaça quente conforme metodologia descrita pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS (1973) e foram avaliados o peso do fígado, coração, pulmão, rins, intestino e estômago vazio.

Após 24 horas ao abate, realizou – se as avaliações indicativas à avaliação de carcaça e qualidade da carne segundo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973) e Bridi e Silva (2009). Como parte das avaliações, coletou – se amostras de carne dos cortes: lombo e do tecido adiposo para avaliação do perfil de ácidos graxos.

Para os parâmetros quantitativos avaliou-se: área de gordura, área de olho de lombo – AOL, comprimento da carcaça, espessura de toucinho, peso do pernil, profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, quantidade de carne na carcaça fria, quantidade de carne magra na carcaça, rendimento de carcaça, rendimento de carne, rendimento de carne na carcaça fria, relação carne/gordura. Já os parâmetros qualitativos foram: cor do músculo, marmoreio, medida do pH e perda de água por resfriamento (Manual da Carne Suína – ABCS, 2012).

Após ao resfriamento por 24 horas a $2 \pm 1^\circ$ C, realizamos a medida do pH e temperatura final. As mensurações de pH e temperatura foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi* (na altura da última costela) aproximadamente 45 minutos após ao abate sendo medido o pH e o temperatura inicial, e depois de 24 horas de resfriamento da carcaça a $2 \pm 1^\circ$ C sendo medido o pH e temperatura final. A aferição do pH e temperatura foram mensurados com o auxílio de um pHmetro portátil com eletrodo de inserção.

Em seguida, pesou-se as carcaças para obtenção do peso da carcaça resfriada. Para obtenção do peso final da carcaça, utilizou-se o peso da carcaça quente subtraindo do peso da carcaça resfriada. Com esses valores, estimou-se o rendimento da carcaça. O rendimento da carcaça é realizado através da equação:

- Rendimento de carcaça (%):
$$\frac{\text{Peso da carcaça quente} \times 100}{\text{Peso vivo do abate}}$$

As medidas dos comprimentos das carcaças foram realizadas utilizando uma trena, onde iniciou-se a medição no bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo cranial ventral do atlas (ABCS, 1973).

De acordo com a ABCS (1973), a área de olho de lombo, espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, são medidas realizadas na altura da última costela, na região da inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar a seis centímetros da linha média de corte da carcaça.

As medidas da área de olho de lombo foram realizadas na altura da última costela na região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar, onde foi coberto o músculo com um filme de polietileno de baixa densidade e colocado um papel vegetal. Com o auxílio da caneta retroprojeter de ponta fina, desenhou – se o contorno do lombo excluindo – se os outros músculos. Sendo determinado com o auxílio de um planímetro.

Para a medida de espessura de toucinho, seguindo a recomendação da ABCS (1973), adotou-se os três pontos: na altura da primeira costela, na altura última costela e a altura da última vértebra lombar. Essas medidas são realizadas perpendicularmente à linha do dorso – lombar com o auxílio de um paquímetro e um avaliador capacitado.

A avaliação da profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, deu – se pelo posicionamento do paquímetro perpendicularmente até o limite extremo oposto do músculo (ABCS, 1973).

Tendo obtido os valores acima supracitados, estimamos a quantidade de carne na carcaça fria e o rendimento de carne, determinadas pela equação proposta por Guidoni (2000):

- Rendimento de carne na carcaça fria (%):

$$65,92 - [(0,685 \times \text{espessura de toucinho}) + (0,094 \times \text{profundidade do músculo})]$$

- Quantidade de carne resfriada (kg):

$$7,38 - [(0,48 \times \text{espessura de toucinho}) + (0,059 \times \text{profundidade do músculo}) + 0,525 \times \text{peso da carcaça quente kg}]$$

Para o rendimento de carne e quantidade de carne na carcaça utilizou a equação proposta por Irgang (2004), onde:

- Rendimento de carne (%): $60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + (\text{profundidade do músculo} \times 0,10)$
- Quantidade de carne na carcaça (kg): $(\text{peso da carcaça resfriada} \times \text{rendimento de carne}) \div 100$.

Para a determinação da área de gordura no corte, foram realizados os mesmos procedimentos utilizado para a obtenção do desenho da área do músculo *Longissimus dorsi*. Tendo os valores da área do músculo *Longissimus dorsi* e da gordura, calcularemos a relação carne/gordura, que foram medidas segunda a equação:

- Relação carne/gordura: $\frac{\text{Área do músculo } \textit{Longissimus dorsi}}{\text{Área de gordura}}$

A coloração da carne foi determinada após a carne ser resfriada por um período de 24 horas pós abate, utilizando um painel de cores descrito pela American meat science association – AMSA (2001). Essa mensuração costuma ser feita no músculo *Longissimus dorsi*, pois o mesmo já estará sendo utilizado para outros fins.

Para a determinação do marmoreio da carne utilizamos o painel de cores proposto pela AMSA (2001). Utilizando a escala numérica, determinou-se o grau de marmoreio que varia de um a sete, onde o menor valor representa somente traços de marmoreio e o maior valor representa marmoreio excessivo.

Os pesos dos pernis foram determinados seccionando a articulação entre a última e a penúltima vértebra lombar, sendo pernil pesado por completo contendo a cauda, com a pata sem a unha e sem retoques na gordura e na carne.

Conforme a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959) foram determinadas a extração dos lipídeos da carne *Longissimus dorsi* e do tecido adiposo. As amostras de carne e de tecido adiposo foram descongeladas e após o descongelamento, uma fração de cada corte foram trituradas em microprocessador. Em seguida, foram pesadas $\pm 5,0$ g de cada amostra trituradas em frascos de Erlenmeyer e adicionou – se 12,5 mL de clorofórmio, 25 mL de metanol e 9,5 mL de água ultrapura. Assim que adicionado os reagentes, as amostras foram homogeneizadas em mesa agitadora durante 20 minutos.

Essa mistura ficou em repouso por 16:00 h e em seguida, foi filtrada em filtro de papel para um funil de separação, logo após, foi adicionado mais 12,5 mL de clorofórmio e 12,5 mL de solução de sulfato de sódio a 2 %. Agitou-se a mistura e deixou – se por repouso por duas horas, esse processo formou um sistema bifásico, sendo apenas filtrado os lipídeos em papel filtro, contendo sulfato de sódio anidro e armazenados em frascos de cor âmbar.

Conforme metodologia de Hartman e Lago (1973), foram adicionados entre 40 – 50 mg das amostras de lipídeos em tubos rosqueáveis sendo integralmente evaporados com o auxílio de gás nitrogênio. Após a evaporação, adicionou – se 2,5 mL de NaOH 0,5N em metanol para cada amostra coletada. Em seguida, as amostras foram colocadas em banho – maria por 15 minutos. Após os tubos esfriarem em temperatura ambiente, acrescentou – se 7,5 mL de reagente de esterificação, levando-se novamente ao banho – maria por 10 minutos. Esperou-se os tubos esfriarem novamente e cresceu – se 2 mL de Hexano grau HPLC e 5,0 mL de solução saturada de NaCl (20 %) e agitou – se a amostra e deixou – a em repouso até ocorrer a separação bifásica. As amostras foram transferidas para frascos de cor âmbar, próprio para cromatografia, tampados e congeladas até o momento da injeção em cromatógrafo gasoso.

Para a determinação do perfil dos ácidos graxos nas amostras metiladas, utilizou-se o cromatógrafo gasoso modelo Hewlett 5890 Series II com detector FID (flame ionization detector) e coluna capilar de sílica de 60 m X 0.25 μ m (DB – 23).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade utilizando o pacote estatístico SAS (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 02 pode ser observado os dados da avaliação do desempenho, no qual foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) na conversão alimentar e no ganho de peso diário dos suínos, em que os suplementados com ractopamina apresentaram melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, seguido dos suplementados com o óleo de cártamo e coco, respectivamente.

Parâmetros	Tratamentos				P	CV ¹ (%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
Consumo diário de ração	3,27	3,14	2,78	3,29	0,20	14,03
Conversão alimentar	3,76 ^a	3,09 ^b	3,25 ^b	3,35 ^{ab}	0,05	11,43
Ganho de peso diário	0,92 ^b	1,06 ^a	0,91 ^b	1,01 ^{ab}	0,05	10,10

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade. ¹: Coeficiente de Variação.

Tabela 02. Avaliação dos dados de desempenho de suínos machos castrados sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco

A ractopamina é um agonista β - adrenérgico que atua nos receptores beta intensificando a taxa de deposição de proteína, agindo no metabolismo do animal, gerando a redução expressiva dos teores de gordura da carcaça, direcionando os nutrientes para funções zootécnicas melhorando assim, os índices de desempenho (Bridi et al., 2002).

Diversos autores descrevem à atuação da ractopamina no tecido muscular esquelético como propensor da hipertrofia celular, isso ocorre em virtude da ação da proteína quinase (PKA) ser ativada pela ractopamina elevando as concentrações do mRNA e de ácido ribonucleico (RNA) das proteínas miofibrilares, elevando desta forma, a síntese de proteínas (Moody et al., 2000; Anderson et al., 2005; Bonaparte et al. 2015).

Da mesma forma, os animais suplementados com o óleo de coco apresentaram similaridade ao resultado obtido pelos animais suplementados com ractopamina para conversão alimentar e ganho de peso diário.

De acordo com Mahan (1991) e Flemming (2010), a resposta para essa similaridade pode estar atribuída ao óleo de coco possuir um menor comprimento de cadeia e a sua

mais alta taxa de absorção ocorrer via corrente sanguínea, comparada com os ácidos graxos de outros lipídeos animais e vegetais, os quais são mais velozmente absorvidos via sistema linfático.

Similar aos dados encontrados, Cera et al (1989) observaram o maior ganho de peso em leitões suplementados com 8% de óleo de coco. Assim como Brustolini et al (2004) observaram melhor ganho diário de peso em marrãs ao utilizar gordura de coco como fonte de energia.

Sanches et al. (2010a) e Oliveira et al. (2013) observaram que a inclusão de ractopamina na dieta não influenciou o consumo diário de ração semelhante aos dados obtidos nessa pesquisa.

Sendo o óleo de cártamo um estimulador da síntese proteica, o resultado obtivo para a variável conversão alimentar pode está correlacionada com a possível estímulo da síntese de proteína (Al – Jaleel, 2002). Esse mesmo autor utilizando níveis crescente de açafração (0,5 a 1,5%) apresentaram maior conversão alimentar para frangos de corte.

O resultado encontrado para menor ganho de peso diário pode vir de encontro ao apresentado por Jucker *et al.* (1999) e Hsu *et al.* (2006), onde a suplementação da dieta contendo óleo de cártamo na dieta de ratos auxiliou na menor deposição de gordura corporal, levando à redução da lipogênese devido à redução do estímulo da liberação da insulina.

Os resultados referentes às características de qualidade da carcaça encontram-se na tabela 03. Para as variáveis de pH inicial, pH final, temperatura inicial e final, cor, marmoreio e perda de água por gotejamento não foram observadas diferença significativa ($p > 0,05$).

Semelhante a todos os dados obtidos, Bridi et al. (2006), utilizando 10 ppm de ractopamina na suplementação de suínos em terminação não observaram alterações nos valores de pH inicial e final da carne, na temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, grau de marmoreio, maciez da carne, perda de água, cor e frequência de PSE (carne pálida, mole e exsudativa).

Parâmetros	Tratamentos				<i>p</i>	CV (%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
pH Inicial	6,87	6,90	6,76	6,77	0,72	3,61
pH Final	5,97	5,85	5,83	5,90	0,41	2,57
TEMPI (°C)	30,47	29,88	30,07	29,28	0,29	3,43
TEMPF(°C)	19,37	19,32	19,57	19,23	0,86	3,57
Cor	3,00	2,67	2,83	2,83	0,76	18,60
MAR	2,83	3,33	2,50	3,17	0,30	26,60
PAR	1,87	2,03	2,07	2,18	0,82	28,50

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 03. Médias das características de qualidade de carcaça: pH inicial e final, Temperatura Inicial (TEMPI), Temperatura Final (TEMPF), Cor e Marmoreio da carne (MAR) e Perda de Água por Resfriamento (PAR).

Semelhante a todos os dados obtidos, Bridi et al. (2006), utilizando 10 ppm de ractopamina na suplementação de suínos em terminação não observaram alterações nos valores de pH inicial e final da carne, na temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, grau de marmoreio, maciez da carne, perda de água, cor e frequência de PSE (carne pálida, mole e exsudativa).

Para Wood et al., (1994), o pH final da carne pode tender a tornar-se mais elevado em suínos suplementados com ractopamina. Isso ocorre porque os agonistas β - adrenérgicos consomem glicogênio muscular, resultando assim numa menor produção e acúmulo de ácido láctico na carcaça pós - abate. Este fato, contudo, não foi confirmado na presente pesquisa.

Os pesquisadores Agostini et al (2011), Athayde et al. (2011), Silva et al (2013) e Leal et al (2014) também não observaram diferença estatística para as características de pH, similar ao obtido neste trabalho.

Diferentemente, Agostini et al (2011) e Leal et al (2014), utilizando ractopamina na suplementação de suínos observaram efeito linear e quadrático para a variável cor. Já os autores Athayde et al. (2011), Watanabe et al. (2012) e Silva et al (2013) ao usarem ractopamina na dieta de suínos também não observaram diferenças significativas sob os parâmetros de qualidade.

Na análise do peso do coração, fígado, pulmão, rins e intestino, não se constatou diferença significativa ($p > 0,05$) nos animais suplementados com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco em comparação com os que não receberam suplementação (tabela 04). Entretanto, para variável estômago, foi observado que os animais suplementados com óleo de coco obtiveram o menor peso desse órgão ($p \leq 0,05$).

Órgãos	Tratamento				p	CV (%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
Coração	0,30	0,27	0,28	0,28	0,91	24,33
Fígado	1,36	1,51	1,35	1,37	0,59	16,61
Pulmão	0,57	0,56	0,56	0,41	0,29	31,37
Rins	0,25	0,26	0,27	0,23	0,39	18,54
Intestino	3,65	3,73	3,63	3,56	0,92	11,40
Estômago	0,48 ^{ab}	0,49 ^a	0,45 ^{ab}	0,41 ^b	0,05	12,09

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 04. Pesos dos órgãos de suínos machos castrados sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco

Podemos atribuir o menor peso do estômago aos animais suplementados com óleo de coco em virtude do mesmo ser rico em ácidos graxos de cadeia média. Segundo Ferreira et al (2003), quando comparamos a metabolismo dos ácidos graxos de cadeia longa ao de cadeia média, constata-se que a hidrólise dos ácidos graxos de cadeia média se inicia no estômago, sendo mais eficiente e completa, a velocidade do trânsito gastrintestinal é mais elevada e a absorção ocorre na porção proximal, sendo mais rápida e mais eficiente.

Segundo Bonaparte et al (2015), os efeitos da ractopamina sob o peso de órgãos e vísceras costumam não serem observados, podendo ocorrer redução no tamanho e peso do fígado. O que não foi observado nessa pesquisa.

A importância em destacar o fígado e os rins na suplementação com ractopamina e óleo de cártamo é a relação desses órgãos com o metabolismo lipídico e proteico e a interferência desse aditivo nesses metabolismos. O aumento absoluto desses órgãos constata que, embora não tenha tido diferença entre os tratamentos utilizados, eles interferem no peso dos órgãos em questão por reduzirem a quantidade de gordura na carcaça, no qual o fígado participa deste metabolismo e, conseqüentemente, aumentar a deposição proteica, estando os rins diretamente relacionados ao ciclo do nitrogênio.

De forma similar, os autores Sanches et al. (2010b) e Silva et al. (2011) ao avaliarem à utilização da ractopamina sobre os pesos dos órgãos e vísceras, também não observaram diferença no tamanho e/ou peso dos órgãos de pulmões, coração e intestino. Santana et al (2016) utilizando óleo de coco na alimentação de ratas *Wistar* não observaram diferença significativa para o peso de baço, coração, fígado e rins, semelhante aos dados pesquisados nesse trabalho.

Os dados referentes à avaliação de carcaça encontram-se descritos na tabela 05. Houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) na suplementação de óleo de cártamo sobre a medida de espessura de toucinho no ponto 3 (ET3) e ocorreu significância ($p \leq 0,05$) para os animais suplementados com ractopamina para a variável área de olho de lombo (AOL). Para as demais variáveis analisadas não foi constatado efeito significativo.

Segundo Almeida et al (2010), a obtenção da melhor resposta para AOL com a suplementação de ractopamina deve-se ao aumento da síntese proteica nos músculos esqueléticos do animal e da redução do catabolismo aminoácídico. Comparando os dados obtidos para ET3, o óleo de cártamo e a ractopamina apresentaram 2,24 mm e 2,55 mm de espessura respectivamente, sendo os melhores resultados para essa variável.

Quando se usa ractopamina na suplementação de suínos, tal resposta poderá está correlacionada com o aumento da AOL dos animais, comprovando a capacidade da ractopamina proporcionar carcaças com maiores porcentagens de carne (Almeida et al. 2010) assim como, redução da síntese lipídica no tecido adiposo, ao mesmo tempo em que há aumento na síntese de proteína no músculo (Schinckel et al., 2003).

Parâmetros	Tratamentos				p	CV(%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
Rendimento de carcaça	79,22	80,13	79,94	80,47	0,73	2,61
Comprimento carcaça	99,67	99,67	98,17	99,17	0,89	3,78
Peso de pernil	12,50	13,19	12,68	13,02	0,52	6,78
ET1 ¹	4,17	4,19	3,66	4,19	0,13	10,79
ET 2	2,81	2,96	2,63	2,66	0,55	15,71
ET 3	2,79 ^a	2,55 ^{ab}	2,24 ^b	2,73 ^{ab}	0,05	16,09
Σ ET	3,26	3,23	2,85	3,19	0,13	10,13
Profundidade de lombo	5,63	6,28	5,83	6,07	0,21	8,88
Área de olho de lombo	40,34 ^b	47,53 ^a	43,18 ^{ab}	43,63 ^{ab}	0,05	11,68
Área de gordura	23,32	24,48	18,27	22,48	0,46	31,49
Relação carne:gordura	1,93	2,07	2,50	2,01	0,30	25,54
Rendimento de carne na carcaça fria	65,55	65,49	65,64	65,68	0,70	0,46
Quantidade de carne na carcaça fria	49,41	51,48	49,06	51,06	0,38	0,05
Rendimento de carne	60,40	60,46	60,43	60,45	0,50	0,92
Quantidade de carne na carcaça	48,39	50,76	48,13	50,03	0,45	6,51
P2 ²	1,92	1,67	1,50	1,77	0,34	22,72

Tabela 05. Médias das características da avaliação de carcaça .

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade; 1 ET: espessura de toucinho; 2: P2 é a medição realizada à 6 cm da linha média do corte.

Quando se usa ractopamina na suplementação de suínos, tal resposta poderá está correlacionada com o aumento da AOL dos animais, comprovando a capacidade da ractopamina proporcionar carcaças com maiores porcentagens de carne (Almeida et al. 2010) assim como, redução da síntese lipídica no tecido adiposo, ao mesmo tempo em que há aumento na síntese de proteína no músculo (Schinckel et al., 2003).

E comum encontrar, na literatura, efeitos positivos para uso da ractopamina sobre as características de carcaça como a redução na espessura de toucinho, porcentagem de carne magra na carcaça, aumento na profundidade de músculo, área de olho de lombo e etc (Marinho et al., 2007; Pereira et al., 2008). Confirmando essa informação Sanches et al. (2010a,b), Ferreira et al. (2011), Moura et al (2011), Oliveira et al. (2013), Silva et al. (2015), obteve respostas semelhantes para as variáveis analisadas nesse trabalho, sendo principalmente similar para AOL e ET.

Tal reposta para o óleo de cártamo, pode estar relacionada à sua composição de aproximadamente 70% do ácido linoleico – ômega 6, ácido esse que auxilia na diminuição da gordura corporal pela inibição da enzima lipase lipoprotéica – LPL (Pintão e Da Silva 2008; Lucas et al. 2016)..

Segundo Obsen et al. (2012) se no organismo há uma alta quantidade da enzima LPL, haverá maior concentração de lipídeos armazenados nas células adiposas. Quando ocorre o bloqueio da atividade dessa enzima, a transferência de lipídeos para dentro das células adiposas ficaram inibidas, forçando ao organismo usar seu estoque de gordura como fonte de energia ocasionando o processo de lipólise.

Dessa forma, o óleo de cártamo irá redirecionar os lipídeos presentes na corrente sanguínea para o interior das células adiposas, células essas que tem a função de armazenar a gordura corporal e que constitui o organismo humano em virtude da concentração da LPL (Pintão e Da Silva 2008; Lucas et al. 2016).

Conforme estudo de Belury et al. (2009) em Ohio, o óleo de cártamo tem a propriedade de aumentar o hormônio adiponectina, uma proteína com mais de 247 aminoácidos, que tem a capacidade de queimar gorduras dietéticas que é secretada pelo tecido adiposo. A adiponectina tem um importante papel no metabolismo da glicose e de lipídeos nos tecidos sensíveis à insulina que atua em seres humanos e animais na regulação da obesidade (Belury et al. 2009; Schulze et al. 2014).

Diante dessa informação, podemos verificar a influência do óleo de cártamo na atuação da redução da lipogênese e aumento da lipólise, na capacidade de diminuição da esterificação de ácidos graxos em triglicerídeos e por fim, interferir na diferenciação dos adipócitos (Hayashi et al, 2002).

Park et al (1997), analisaram a composição corporal de camundongos suplementados com óleo de cártamo e obtiveram aumento de 5 a 14% da massa corporal magra e uma redução em torno de 57 a 60% de gordura corporal. Norris et al (2009) ao utilizar óleo de cártamo em 25 mulheres portadoras de diabetes tipo 2 observaram a redução da massa

adiposa do tronco e o aumento da massa magra. Schulze et al. (2014) ao utilizar óleo de cártamo em mulheres com excesso de peso que praticavam atividade física, quando suplementadas por 60 dias verificaram a redução significativa na medida de circunferência abdominal.

Chen et al. (2010) observaram redução do peso de gordura ao compararem ratos tratados com dieta controle com óleo de milho e dieta rica em frutose e óleo de coco. Hann et al (2014) realizam um estudo envolvendo 40 mulheres para verificação dos efeitos do óleo de coco sobre o perfil antropométrico e bioquímico e a redução de gordura abdominal e não observaram evidências que assegurem essa eficiência da utilização do óleo de coco para o fim proposto.

Assunção et al., (2009), realizaram no Brasil, um ensaio clínico e observaram que no grupo que consumiu o óleo de coco tiveram um aumento do HDL – Colesterol, redução da circunferência da região abdominal e redução da relação LDL : HDL.

Na tabela 06 encontra-se à análise do perfil dos ácidos graxos analisado no tecido adiposo. Apenas os ácidos graxos mirístico (C:14) e eláidico (C18:1n9t) apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Ácidos graxos	Tratamentos				p	CV(%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
C12:0	0,21	0,20	0,16	0,30	0,33	59,10
C14:0	1,47 ^a	1,32 ^b	1,33 ^b	1,49 ^a	0,05	6,27
C16:0	19,09	19,16	17,36	17,55	0,77	21,27
C16:1	1,76	1,52	1,59	1,78	0,24	15,27
C18:1 (C18:1n9c)	33,51	33,97	32,96	33,01	0,77	5,61
C18:1 (C18:1n9t)	0,22 ^{ab}	0,19 ^b	0,21 ^{ab}	0,27 ^a	0,05	25,41
C18:2 (C18:2n6c)	18,84	18,51	19,89	19,13	0,77	12,39
C18:2 (C18:2n6t)	0,24	0,25	0,22	0,21	0,69	30,59
C18:3 (C18:3n6)	0,41	0,41	0,48	0,49	0,86	45,67
C20:4 (C20:4n6)	2,13	2,48	2,66	2,73	0,33	23,24
ΣAGS	20,77	20,68	18,86	19,33	0,78	19,47
ΣAGI	57,12	54,09	54,74	57,62	0,48	8,19
AGI:AGS	2,78	2,76	3,04	3,10	0,78	24,58

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 6. Composição dos ácidos graxos do tecido adiposo de suínos sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco.

Os animais alimentados com a ração basal e suplementados com o óleo de coco apresentaram a maior concentração de ácido mirístico. Já os animais alimentados com ração basal e suplementados com ractopamina e óleo de cártamo apresentaram a menor concentração de ácido elaídico, diferente dos animais suplementados com óleo de coco.

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia – SBC (2013), quando se trata de gordura saturada, especialmente o ácido láurico (C 12:0), ácido mirístico (C 14:0) e palmítico (C 16:0) apresentam um grande potencial em elevar LDL-C, bem como HDL-C, sendo conhecidos como hipercolesterolêmicos. Da mesma forma, Micha e Mozaffarian (2010) ao realizarem uma metanálise observaram que o C 12:0 é o que mais eleva a fração do LDL-c, seguido do C 14:0 e C 16:0, respectivamente.

Segundo Abbey et al (1994) os ácidos graxos trans tem a capacidade de elevar a atividade da proteína de transferência do éster de colesterol – CETP, que por sua vez, eleva a concentração do colesterol VLDL e reduz a concentração de HDL, podendo assim favorecer o desenvolvimento de aterosclerose.

A SBC (2013) relata que a ingestão de gordura trans e saturadas está classicamente relacionada ao risco de doenças cardiovascular como à elevação do LDL-c plasmático no organismo. Sendo assim, utilizar óleo de coco na alimentação de suínos em terminação poderá ser prejudicial aos índices hipercolesterolêmicos, tornando essa suplementação indesejada.

Assim como observado na avaliação de outros parâmetros, o óleo de cártamo apresentou resultados quase que idênticos para a concentração de o ácido graxo mirístico e elaídico, confirmando mais uma vez a sua similaridade com a ractopamina. Salientando que a menor concentração desses ácidos graxos em sua composição é benéfica para o organismo humano.

Lauridsen et al. (1999), utilizando a suplementação de óleo de coco na alimentação de suínos em terminação obtiveram elevação dos níveis de C 12:0 e C 14:0 no tecido adiposo, similar ao observado nesse estudo.

Para a ractopamina, diversos autores optam pela utilização do músculo *Longissimus dorsi*, em detrimento dele possuir seu crescimento tardio em comparação com os demais músculos, podendo demonstrar melhores efeitos sobre a suplementação empregada em pesquisas. Já o óleo de cártamo, as pesquisas com ratos, camundongos, hamsters e suínos são voltadas para os parâmetros lipídicos plasmáticos e séricos, de desempenho e qualidade da carcaça, tornando – se inovador os dados obtidos sob o perfil de ácidos graxos no tecido adiposo de suínos em terminação.

Os dados referentes à análise de perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* encontraram-se na tabela 07. Foi observado efeito significativo ($p \leq 0,05$) para o ácido graxo palmiteico (C16:1) com a suplementação de óleo de coco, e ocorreu efeito positivo para o ácido graxo oleico (C18:1 *cis*) e elaídico (C18:1 *trans*) sob a suplementação com óleo de cártamo.

Sendo o ácido graxo palmitoleico monoinsaturado, rico em $\omega - 7$, ele não é sintetizado pelo organismo humano, sendo necessária sua suplementação via dieta. Existem diversas controvérsias sobre seus benefícios e malefícios, ele vem sendo estudado por diversos autores que buscam obter novas informações e reconhecer esse novo ômega. (Nestel et al, 1994; Mozaffarian et al, 2010; Fabbrini et al 2011; De Fabiani, 2011).

Nestel et al, (1994) ao avaliarem os efeitos de dietas ricas em diversos ácidos graxos sobre os parâmetros plasmáticos lipídicos de 34 homens hipercolesterolêmicos demonstraram que uma dieta rica em ácido palmitoleico afeta negativamente a homeostase do colesterol, levando ao aumento do colesterol LDL e à diminuição do colesterol HDL, comportando se como um ácido graxo saturado invés de um monoinsaturado.

Ácidos graxos	Tratamentos				P	CV(%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
C12:0	0,10	0,10	0,10	0,11	0,73	12,87
C14:0	1,16	1,14	1,29	1,28	0,34	14,38
C16:0	23,41	24,27	24,99	24,71	0,30	6,02
C16:1	2,58 ^b	2,74 ^{ab}	2,82 ^{ab}	3,25 ^a	0,05	16,81
C18:1 (C18:1n9c)	32,70 ^b	34,70 ^{ab}	38,79 ^a	36,63 ^{ab}	0,05	12,83
C18:1 (C18:1n9t)	0,19 ^a	0,17 ^{ab}	0,07 ^b	0,13 ^{ab}	0,05	55,68
C18:2 (C18:2n6c)	14,24	13,35	10,90	11,54	0,23	23,84
C18:2 (C18:2n6t)	0,15	0,16	0,16	0,15	0,86	15,58
C18:3 (C18:3n6)	0,48	0,44	0,53	0,48	0,76	27,15
C20:4 (C20:4n6)	3,13	2,84	2,09	2,42	0,33	38,46
ΣAGS	24,66	25,51	26,38	26,09	0,31	6,35
ΣAGI	53,47	54,39	138,13	54,59	0,41	134,96
AGI:AGS	2,18	2,14	2,10	2,10	0,65	5,91

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 7. Composição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de suínos sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco.

De Fabiani (2011), relata que quando ácido palmitoleico atua na promoção da lipogênese no tecido adiposo, não terá um papel negativo, uma vez que, se bem regulado, o armazenamento de gordura no lugar certo protege outros tecidos e órgãos da lipotoxicidade. Cao et al. (2008) observaram que o ácido palmitoleico derivado de adipose (16: 1n7) estabeleceu um papel como uma lipoquina que regula o metabolismo dos lipídios.

Segundo descrito por diversos autores, o ácido palmitoleico foi recentemente apontado como um hormônio lipídico, descrito como lipocina que é secretado e sintetizado pelo tecido adiposo, atuando como sinal hormonal em órgãos como fígado e pâncreas, no tecido corporal elevando à sensibilidade a insulina, assim como modulando os processos inflamatórios e metabólicos deste tecido e órgãos, além de atuar no controle do metabolismo sistêmico, metabolismo dos lipídeos e glicose (Dimopoulos et al. (2006); Diakogiannaki et al, 2007; Cao et al, 2008; Queiroz et al 2009; Yang et al. (2011); Bolsoni-Lopes et al 2014).

Existem evidências que o C 16:1 pode auxiliar na perda de peso, Power et al., (1997) da Universidade de Oxford, observaram que o ácido palmitoleico, é utilizado por enzimas específicas para o controle da oxidação da gordura. Levando os autores concluírem que se fossem fabricados óleos para conter uma quantidade elevada de C16:1, poderia ser útil para prevenção da obesidade.

Ao analisarem o ácido palmitoleico atuando na homeostase metabólica em humanos, Hiraoka-Yamamoto et al. (2004) descreveram redução do peso corporal, índice de massa corporal e concentrações séricas de colesterol total e o LDL de mulheres japonesas jovens.

Bolsoni-Lopes et al.(2014) analisando os efeitos e mecanismo do ácido palmitoleico sob absorção e metabolismo da glicose e adipócitos observaram à potencialização do fluxo metabólico das vias energéticas ao mesmo tempo que ocorreu a inibição das vias de armazenamento energético. Os mesmos autores indicaram o C 16:1 como regulador da lipólise via mecanismo dependente da PPAR α .

Na avaliação da composição do músculo *Longissimus dorsi*, observou-se que o enriquecimento do corte com $\omega - 9$ através da suplementação de óleo de cártamo e redução do ácido graxo eláidico, ácido graxo trans que é um dos precursores no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Podemos também observar que o óleo de coco e a ractopamina obtiveram similaridade com os valores obtidos para o tratamento T3.

Sabendo dos benefícios do ômega 9, ele tornou – se crucial para o organismo animal, mesmo que desempenhando um papel coadjuvante em relação aos ácidos graxos essenciais. Acima de tudo, o ômega 9 tem um efeito positivo sobre a saúde como a diminuição dos níveis de colesterol e promove respostas saudáveis à inflamação no interior do corpo, incluem a redução das artérias, redução da resistência à insulina, melhora da função imunológica, e fornece proteção contra certos tipos de câncer (Kien et al. 2013; Alegre et al 2013; Gene, 2014)

Diferente do encontrado nessa pesquisa, Silva et al (2013) não observaram efeito significativo para ácido palmitoleico, oleico e eláidico. Mitchaotai et al. (2008) ao avaliaram a composição de ácidos graxos da carne de suínos, encontraram maior concentração de ácido linoleico (C18:2 n-6) nos tecidos adiposos e lombo dos animais alimentados com a dieta com 5 % óleo de girassol.

Rossi et al. (2010), ao analisar o músculo *Longissimus dorsi* utilizando até 20 % de ractopamina e até 500 ppm de extrato cítrico não observaram à presença do ácido

graxo eláidico e constataram o aumento na quantidade de ácido linoleico. Brestenský et al. (2016), ao utilizar óleo de linhaça, inulina e castanha da Índia sobre os conteúdos dos ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*, observaram maior concentração de *ácido α -linoleico para os animais suplementados com óleo de linhaça*.

Em estudo realizado por Watanabe et al. (2012), ao utilizarem níveis crescentes de ractopamina (0 a 15 mg), não observaram efeito sobre a composição em ácidos graxos saturados e insaturados, e sobre a relação entre ácidos graxos saturados:insaturados.

CONCLUSÃO

Conclui – se que os animais suplementados com óleo de cártamo apresentaram dados expressivos sobre desempenho, avaliação de carcaça e perfil de ácidos graxos tanto no tecido adiposo como no músculo *Longissimus dorsi*.

Sabendo que a ractopamina é proibida em diversos países como a China, Rússia e União Europeia encontrar um substituto, que é aceito nesses países, que traga efeitos similares e/ou melhores resultados abre as portas do mercado brasileiro para novos horizontes.

Dessa forma, recomenda-se a utilização do óleo de cártamo em substituição a ractopamina, por apresentar melhor conversão alimentar, reduzir a espessura de toucinho e promover o enriquecimento da carne com ω -9.

REFERÊNCIAS

- Abbey M, Nestel PJ (1994). "Plasma cholesteryl ester transfer protein activity is increased when trans-elaidic acid is substituted for cis-oleico acid in the diet". *Atherosclerosis* 106 (1): 99-107. doi: 10. 1016 / 0021-9150 (94) 90086-8
- Alegre, M.M.; Knowles, M.H.; Robison, R.A.; O'Neill, K.L. Mechanics behind breast cancer prevention – focus on obesity, exercise and dietary fat. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2013;14(4):2207-12.
- Al-Jaleel, R. A. Use of turmeric (*Curcuma longa*) on the performance and some physiological traits on the broiler diets. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, Baghdad, 2012; v. 36(1): 51-57.
- Almeida, V. V.; Berenchein. B.; Costa, L.B. Tse, M. L. P.; Braz. D.B.; Miyada, V. S. Ractopamina, cromometionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia.* v.39, n.9, p.1969-1977, 2010.
- American meat science association. Meat evaluation Handbook. Savoy: – **AMSA**, 2001. P.83-116.
- ANDERSON, D.B.; MOODY, D.E.; HANCOCK, E.D.L. Beta Adrenergic Agonist. In: W. G. P. A. W. Bell (ed.) **Encyclopedia of Animal Science.** p.104-107, 2005.

- Athayde, N. B.; Dalla Costa, O. A.; Roça, R. O.; Guidoni, A. L.; Klein, E. L.; Ajala, L. C.; Silva, D. Parâmetros fisiológicos do estresse e lesões de suínos suplementados com ractopamina em condições de produção comercial, Embrapa Suínos e Aves, Comunicado técnico, 2011.
- Belury, M.; Norris, L.; Collene, A.; Asp, M.; Liu, Li-Fen.; Richardson, J.; Hsu, J.; Li, D.; Osei, K.; Jackson, R.; Bell, D. Two dietary oils, two sets of benefits for older women with diabetes. Ohio State's Clinical Research Center. Disponível em: <http://researchnews.osu.edu/archive/bodycomp.htm>. Acesso em: 18 fev 2017.
- Berenchtein, B.; Costa, L. B.; Braz, D. B.; Almeida, V. V.; Tse, M. L. P.; Miyada, V.S. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v,39, n,7, p,1491-1496, 2010,
- Bertol, T. M.; Ludke, J. V.; Campos, R. M. L.; Kowski V. L.; Cunha Junior, A.; Figueiredo, E. A. P. Inclusion of grape pomace in the diet of pigs on pork quality and oxidative stability of omega-3 enriched fat. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.47: 04, e20150358, 2017.
- Bolsoni-Lopes, A.; et al . Palmitoleic acid (n-7) increases white adipocytes GLUT4 content and glucose uptake in association with AMPK activation. *Lipids in Health and Disease*, v. 13, p. 199, 2014.
- Bonaparte, T. P.; et al. Uso de agonistas β -adrenergéticos na alimentação suína. In: Moreira, G. R.; Martins, C. B; Deminicis, B.B. (org). Tópicos especiais em Ciência Animal III. Alegre, ES : CAUFES, 2015. p. 278 – 287.
- Bragagnolo e Rodriguez-Amaya, Determinação de colesterol em carnes: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 60, p.53-57, 2002.
- Bridi, A, M.; Silva, C, A; Shimokomaki, M, Uso da ractopamina para o aumento de carne na carcaça do suíno, *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v, 1, n, 307, p, 91-94, 2002,
- Bridi, A,M.; Oliveira, A.R.; Fonseca, N.A.N.; Shimokomak, M.; Coutinho, L. L.; Silva, C. A. Efeito do genótipo halotano da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v,35, n,5, p,2027-2033, 2006.
- Bruno, Gene. Omega-9 Fatty Acids. *Vitamin Retailer Magazine*. August, p. 37-38. 2014.
- Brustolini, P,C, Silva, F.C.O.; Donzele, J.L.; Veloso, J.A.F.; Fontes, D.O.; Kill, J.L. Efeitos de fontes lipídicas e níveis de energia digestível sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de marrãs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v,56, n,4, p,511-521, 2004
- Cao, H.; et al. Identification of a lipokine, a lipid hormone linking adipose tissue to systemic metabolism. *Cell* 134: 933–944, 2008.
- Cera, K. R.; Mahan, D. C.; Reinhart, G. A. Apparent fat digestibilities and performance responses of post weaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. *Journal of Animal Science*, Champaign, v, 67, n, 8, p, 2040-2047, 1989.
- Chen C.; Crott, J.; Zhenhua L.; Smith, D. E. Fructose and saturated fats predispose hyperinsulinemia in lean male rat offspring. *Eur J Nutr* 2010;49:337-43.

Codex Alimentarius. Codex Alimentarius. 2012. Disponível: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Ractopamine_info_sheet_Codex-JECFA_rev_26April2012__2_.pdf. Acesso em: janeiro de 2017.

De Fabiani, E. The true story of palmitoleic acid: Between myth and reality. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.** 2011, 113, 809–811 DOI: 10.1002/ejlt.201100187.

Diakogiannaki, E.; et al. Mechanisms involved in the cytotoxic and cytoprotective actions of saturated versus monounsaturated long-chain fatty acids in pancreatic beta-cells. **J Endocrinol.** 2007;194(2):283-91.

Dimopoulos, N.; et al. Differential effects of palmitate and palmitoleate on insulin action and glucose utilization in rat L6 skeletal muscle cells. *Biochem. J.* 2006;399 (3):473-81.

Fabbrini, E.; et al., Insulin sensitivity is not associated with palmitoleate availability in obese humans. **J. Lipid Res.** 2011, 52, 808–812.

Fávero, J. A. Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno, In: Congresso Latino Americano De Suinocultura, 1, 2002, Foz do Iguaçu, Anais. Foz do Iguaçu: Porkworld, 2002, p, 56-66

Feranil, A. B.; Duazo, P. L.; Kuzawa, C.W.; Adair, L. S. Coconut oil predicts a beneficial lipid profile in pre-menopausal women in the Philippines, *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, v, 20, n, 2, p, 190-195, 2011,

Ferreia, M. S. S.; Sousa, R. V.; Silva, V.O.; Zangerônimo, M. G.; Amaral, N. O. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. *Acta Scientiarum, Animal Sciences Maringá*, v, 33, n, 1, p, 25-32, 2011.

FERREIRA, A. M. D. Barbosa, P. E. B.; Ceddia, R. B. A influência da suplementação de triglicérides de cadeia média no desempenho em exercícios de ultra-resistência. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói*, v. 9, n. 6, p.110-123, nov. 2003.

Flemming, J.S. Alimentação de recém-natos: suplementação energética, Ergomix, 2010.

Hann, V. B.; *Martins, M.S.; Dias, R. L.* Termogênicos: uma revisão sistemática sobre o uso de óleo de coco, óleo de cártamo e CLA. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo*. v. 8. n. 43. p.10-19. Jan/Fev. 2014. ISSN 1981-9927.

Hayashi, A. A.; Lanna, D. P.; Medeiros, S. R. Effects of Conjugated Linoleic Acid (CLA) on milk fatty acid profiles and activities of lipogenic enzymes in the mammary gland, liver and adipose tissue of lactating rats. *Journal of Animal Science/ Journal of Dairy Science*, v. 80/85, p. 10-10, 2002.

Hiraoka-Yamamoto, J.; et al. Serum lipid effects of a monounsaturated (palmitoleic) fatty acid-rich diet based on macadamia nuts in healthy, young Japanese women. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2004; 31 Suppl 2: S37-8.

HSU, S. C., HUANG, C. J. Reduced fat mass in rats fed a high oleic acid- rich safflower oil diet is associated with changes in expression of hepatic PPAR α and adipose SREBP-1c-regulated genes. *Journal of Nutrition*, v. 136, pp. 1779-85, 2006.

Hsu, S. C.; Huang, C. J. Reduced fat mass in rats fed a high oleic acid-rich safflower oil diet is associated with changes in expression of hepatic PPAR α and adipose SREBP-1c-regulated genes. *Journal of Nutrition*, v, 136, n, 1, p, 1779-1785, 2006.

Jucker, B. M.; et al. Differential effects of safflower oil versus fish oil feeding on insulin-stimulated glycogen synthesis, glycolysis, and pyruvate dehydrogenase flux in skeletal muscle: a ^{13}C nuclear magnetic resonance study. *Diabetes*, v, 48, n, 1, pp. 134-40, 1999.

Kien, C.L.; Bunn, J.Y.; Poynter, M.E.; Stevens, R.; Bain, J.; Ikayeva, O.; Fukagawa, N. K.; Champagne, C.M.; Crain, K. I.; Koves, T.R.; Muoio, D. M. A lipidomics analysis of the relationship between dietary fatty acid composition and insulin sensitivity in young adults. *Diabetes*. 2013 Apr;62(4):1054-63.

Lauridsen, C.; Andersen, G.; Andersson, M.; Danielsen, V.; Jakobsen, R. E. K. Effect of dietary fish oil supplied to pigs from weaning to 60 kg liveweight on performance, tissue fatty acid composition and palatability of pork when slaughtered at 100 kg liveweight. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 8, 1999, 441 – 456.

Lucas, R. R.; Pereira, F. F.; Santos Júnior, A. F.; Cavalcanti, B. C.; Nobre Júnior, H. V.; Silva, G. R.; Magalhães, H. I. F. Fitoterápicos aplicados à obesidade. *DEMETERA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, Rio de Janeiro, v, 11, n, 2, p. 473-492, 2016.

Mahan, D. C. Efficacy of initial postweaning diet and supplemental coconut oil or soybean oil for weanling swine, *Journal of Animal Science*, Champaign, v, 69, n, 4, p, 1397-1402, Apr, 1991.

Marinho, P.C.; Fontes, D. O.; Silva, F. C. O.; Silva³, M. A.; Pereira, F. A.; Arouca, C. L. C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36. p.1061-1068, 2007.

Marques, A. C. Dragano, N. R. V.; Maróstica **Júnior, M. R.** Redução do peso e da glicemia resultante da suplementação de ácido linoleico conjugado e fitosteróis à dieta hiperlipídica de camundongos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v,42, n,2, p,374-380, fev, 2012.

Micha, R. and Mozaffarian, D. Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. *Lipids*. 2010;45(10):893-905.

Mitchaonthai, J.; Everts, H.; Yangklang, C.; Wittayakun, S.; Vasupen, K.; Wongsuthavas. S.; Srenanul, P.; Hovenier, R.; Beynen, A. C. Meat quality, digestibility and deposition of fatty acids in growing-finishing pigs fed restricted, iso-energetic amounts of diets containing either beef tallow or sunflower oil. *Association of animal production societies*, v,21, n,7, p,1015– 1026, 2008.

MOODY et al. Phenethanolamine repartitioning agents. In: J. P. F. D'Mello (ed.) **Farm animal metabolism and nutrition**. CAB International, WallingfordOxon, UK. p.65-96. 2000.

Moura, M. S.; Kiefer, C.; Silva, C. M.; Santos, A. P.; Fantini, C. C.; Lucas, L. S. Energia líquida e ractopamina em leitões em terminação sob altas temperaturas ambientais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.5, p.888-894, mai, 2011.

Mourot, J.; Aumaitre, A.; Mounier, A.; Peinau, P.; François, A. C. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. *Livestock Production Science*, v. 38, p. 237-244, 1994.

Mozaffarian, D.; et al., Circulating palmitoleic acid and risk of metabolic abnormalities and new-onset diabetes. **Am. J. Clin. Nutr.** 2010, 92, 1350–1358.

Nestel, P.; Clifton, P.; Noakes, M. (1994). Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men. *J Lipid Res.* 1994. April 35 (4): 656-62.

Norris, L.E.; Collene, A.L.; Asp, M.L.; Hsu, J.C.; Liu, L.F.; Richardson, J.R.; Li, D.; Bell, D.; Osei, K.; Jackson, R.D.; Belury, M.A. Comparison of dietary conjugated linoleic acid with safflower oil on body composition in obese postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus. *Am. J. Clin. Nutr.*, v. 90, p. 468–476, 2009.

Obsen, T.; Faergeman, N.J.; Chung, S.; Martinez, K.; Gøbern, S.; Loreau, O.; Wabitsch, M.; Mandrup, S.; McIntosh, M.. Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid decreases de novo lipid synthesis in human adipocytes. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 2012; 23(6):580–590.

Oliveira, B. F.; Kiefer, C.; Santos, T. M. B.; Garcia, E. R. M.; Marçal, D. A.; Abreu, R. C.; Rodrigues, G. P. Período de suplementação de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação. *Ciência Rural*, v. 43, n.2, fevereiro, 2013.

Park, S. W.; Seo, S. H.; Chang, M.B.; Shin, I. S.; Paik, I. K. Evaluation of soybean oil as a lipid source for pig diets, 2009, Association of animal production societies, V,22, n,9 p,1311-1319, 2009.

Pereira, F.A.; Fontes, D.O.; Silva, F.C.O.; Ferreira, W.M.; Lanna, A.M.Q; Corrêa, G.S.S.; Silva, M.A.; Marinho, P.C.; Arouca, C.L.C.; Salum, G.M. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.4, p.943-952, 2008.

Pintão, A. M. And Da Silva, I.F. A Verdade Sobre O Açafraão . In: Workshop Plantas Medicinais e Fitoterapêuticas nos Trópicos [Internet]. Cuétara: IICT /CCCM; 2008. p. 19.

Power, G.W.; Cake, M.H.; Newsholme E.A. (1997) influence of diet on the activity of carnitine palmitoyltransferase 1 toward a range of acyl CoA esters. *Lipids* 32: 31-37.

Queiroz, J. C. F.; et al. Controle da adipogênese por ácidos graxos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, p.582-594, jul. 2009.

ROPPA, L. Atualização sobre os níveis de colesterol, gordura e calorias da carne suína. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, n,36, 1999, Anais Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre, RS, 1999, [online], 2006, Disponível em: www.sips.com.br/manual_download.php?id_arquivo=274&, Acesso em: 20 fevereiro, 2017.

Rosa, R. A.; Kiefer, C.; Souza, K. M. R.; Marçal, D. A.; Caramori Júnior, J. G.; Abreu, R. C.; Lino, K. Á. Ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente, *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v,10, n,1, p,159-164, 2015, DOI:10,5039/agraria,v10i1a3485

Rossi, C. A. R.; Lovatto, P. A.; Lehnen, C. R.; Andretta, I.; Ceron, M. S.; Lovato G. D. Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e ractopamina: Características químicas e perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi*. *Ars veterinária*. Jaboticabal, SP, v. 26, n. 2, p. 95-103, 2010.

Sanches, J. F.; Kiefer, C.; Carrijo, A. S.; Moura, M. S.; Silva, E. A.; Santos, A. P. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n.7, p. 1523-1529, 2010b.

Sanches, J.F.; Kiefer, C.; Moura, M. S.; Silva, C. M.; Luz, M. F.; Carrijo, A. S. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico, *Ciência Rural*, v.40, n.2,p.403-408, fev, 2010a.

Santana, L. F.; Cordeiro, K. W.; Soares, F. L. P.; Freitas, K. C. Coconut oil increases HDL-c and decreases triglycerides in *wistar* rats. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, [s.l.], v. 38, n. 2, p.185-190, 30 set. 2016. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascihealthsci.v38i2.28775>.

Santos R.D., Gagliardi A.C.M., Xavier H.T., Magnoni C.D., Cassani R., Lottenberg A.M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2013;100(1Supl.3):1-40.

Schinckel, A. P.; Li, N.; Richert, B. T.; Preckel, P. V.; Einstein, M. E. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, v.81, n.5, p.1106-1119, 2003.

Schulze, B. N.; Schultz, C.; Ulbrich, A. Z.; Bertin, R. L. Efeito da Suplementação de Óleo de Cártamo sobre o Perfil Antropométrico e Lipídico de Mulheres com Excesso de Peso Praticantes de Exercício Físico. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, Teresina, Pi, v. 18, n. 4, p.89-96, jan. 2014.

Silva, E. A.; Kiefer, C.; Moura, M. S.; Bünzen, S.; Santos, A. P.; Silva, C. M.; Nantes, C. L. 2011, Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente, *Ciência Rural*, v.41, n.2, p. 337 – 342, 2011,

Silva, R. A. M.; Pacheco, G. D.; Agostini, P.S.; Vinokurovas, S. L.; Oliveira, E. R.; es Gavioli, D. F.; Lozano, A. P.; Bridi. A. M.; Silva, C. A. Performance, carcass and meat quality of pigs fed diets with antioxidants and ractopamina. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3971-3982, 2013

Torrent, J. Óleos funcionais: uma alternativa como promotor de crescimento. *Boletim APAMVET*, v. 5, n. 5 p. 20-21. 2014.

Watanabe, P. H.; et al. Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, v. 64, n. 5, p. 1381-1388, 2012,

Wood, J. D.; Wiseman, J.; Cole, D. J. A. 1994, Control and manipulation of meat quality, In: Cole, D,J,A., Wiseman, J, and Varley, M,A, (Eds.), *Principles of pig science*, Nottingham University Press, London, 78: 446-448.

Yang, Z. H.; Miyahara, H.; Hatanaka, A. Chronic administration of palmitoleico acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK – Ay Mice with genetic type 2 diabetes. **Lipids Health Dis**. 2011; 10:120.