



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
BACHARELADO EM AGROECOLOGIA
CAMPUS III – BANANEIRAS (PB)**

GISLAINE FERREIRA DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) NA
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

BANANEIRAS – PB

2020

GISLAINE FERREIRA DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) NA
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agroecologia, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Agroecólogo.

Prof. Orientador: George Rodrigo Beltrão da Cruz

BANANEIRAS – PB

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586u Silva, Gislaine Ferreira da. Utilização do
óleo de linhaça (inun usitatissimum
1.) na alimentação animal / Gislaine Ferreira da Silva.
- Bananeiras, 2023.
33 f.

Orientação: George Rodrigo Beltrão da Cruz.
TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Alimentação alternativa. 2. Qualidade de
matérias-primas. 3. Sustentabilidade. I. George Rodrigo
Beltrão da Cruz. II. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

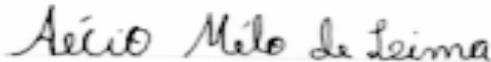
CDU 631.8 (043)

**UTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) NA
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

BANCA EXAMINADORA



Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz
Professor do Departamento Animal/CCHSA/UFPB
Orientador



MSc. Aécio Melo de Lima
Agroecólogo – Mestre em Tecnologia Agroalimentar PPGTA/UFPB
Examinador



MSc. Antônio Mendonça Coutinho Neto
Agroecólogo – Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia)
Examinador

BANANEIRAS – PB

2020

A Deus, que me amparou, conduziu e me fortaleceu. A minha família, especialmente ao meu filho, Luís Antônio.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me deu forças para trilhar essa longa caminhada;

Agradeço imensamente aos meus pais e familiares;

Agradeço ao meu orientador George Rodrigo Beltrão da Cruz pela confiança e pela excelente orientação;

A banca examinadora, pela disponibilidade e contribuição no trabalho;

A coordenação de Agroecologia que sempre me acolheu bem;

E por fim a todos que me apoiaram na realização desse sonho meu muito obrigado!

Muito obrigada!

RESUMO

A linhaça é de origem asiática e é cultivada em regiões quentes e frias e pertence à família Linaceae do grupo das oleaginosas. Essa espécie é cultivada nos atuais sistemas agrícolas, sendo fundamental para a diversificação de produtos e alimentos, quando conduzida com práticas conservacionista, como a rotação de culturas. Desta forma, com esta revisão objetivou-se averiguar a importância do óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) na alimentação dos ruminantes buscando informações disponíveis na literatura a fim de contribuir para futuras pesquisas. O óleo de linhaça é obtido a partir da prensagem a frio ou por solventes, o tipo de extração varia de acordo com a finalidade do uso desse óleo. Por ser uma espécie rica em ácidos graxos a sua utilização é de grande importância para a alimentação dos ruminantes, por possuir fontes de ômega-3 e ômega-6, além desses ácidos graxos serem benéficos a saúde humana. O óleo de linhaça é extremamente importante para a produção animal melhorando a qualidade dos produtos finais consumidos por nós. Sendo assim, essa revisão de literatura vem para facilitar o entendimento sobre o assunto em questão e conseqüentemente a sua utilização para futuras pesquisas.

Palavras chave: Alimentação alternativa. Qualidade de matérias-primas. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Flaxseed is of origin and is grown in hot and cold regions and belongs to the Linaceae family of the oilseeds group. This species is cultivated in current agricultural systems, being fundamental for the diversification of products and foods, when conducted with conservationist practices, such as crop rotation. Thus, this review aimed to investigate the importance of linseed oil (*Linum usitatissimum* L.) in ruminant feeding, seeking information available in the literature in order to contribute to future research. Linseed oil is obtained from cold pressing or by solvents, the type of extraction varies according to the purpose of using this oil. Because it is a species rich in fatty acids, its use is of great importance for the feeding of ruminants, as it has sources of omega-3 and omega-6, in addition to these fatty acids being beneficial to human health. Linseed oil is extremely important for animal production, improving the quality of the final products consumed by us. Therefore, this literature review comes to facilitate the understanding of the subject in question and consequently its use for future research.

Keywords: Alternative food. Quality of raw materials. Sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. Linhaça (Linum usitatissimum L.) e seus benefícios na alimentação dos animais	10
2.2. Linhaça na Alimentação de Ruminantes	13
2.2.1 Bovinos	13
2.2.2 Ovinos	15
2.2.3 Bubalinos	16
2.2.4 Caprinos	17
2.3. Óleo de Linhaça na Alimentação de não ruminantes	20
2.2.5 Suínos	20
2.2.6 Galináceos	20
3. ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO	22
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERENCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

Linum usitatissimum L., popularmente conhecida como linhaça ou linho, é uma planta pertencente à família das Lináceas do grupo das oleaginosas, originária da Ásia. Essa espécie pode ser cultivada em regiões quentes e frias (PARIZOTO et al., 2013).

Da casca da planta é retirada a fibra do linho, matéria-prima usada para fabricação de tecidos, e da cápsula se obtém a semente. O Brasil tem características edafoclimática para cultivar a cultura da linhaça, porém, sua produção se encontra exclusivamente no Sul do país, pois essa cultura precisa de temperaturas baixas para que ocorra a floração, estudos científicos ainda são muito restritos (BASSEGIO et al., 2012).

Essa espécie também é cultivada nos atuais sistemas agrícolas, sendo fundamental para a diversificação de produtos e alimentos, quando conduzida com práticas conservacionista, como a rotação de culturas, a planta age com a finalidade de diminuir a exaustão do solo (SOARES et al., 2009). Consequentemente vindo a melhorar os agroecossistemas.

Além de ter propriedades funcionais a linhaça é considerada um “superalimento”, o termo é recente e ainda bastante questionável (qualificar um alimento de “super” pode desmerecer outros alimentos importantes e que são fundamentais para uma dieta adequada. A definição genérica é que são alimentos naturais e comuns que contém um ou mais componentes que contribui para a saúde e o bem estar das pessoas. Esses alimentos apresentam teores elevados de vitaminas, minerais, aminoácidos, antioxidante e ácidos graxos essenciais (FAO., 2016).

A utilização da semente de linhaça é de grande importância para a alimentação dos ruminantes, por possuir fontes de ômega-3 e ômega-6, além desses ácidos graxos serem benéficos a saúde humana (ONETTI et al., 2001; ABUELFATAH et al., 2016). A linhaça é rica em ácidos graxos poli-insaturados, de preferência os ácidos oleicos, linoleicos e linolênicos (C18:1 ω -9, C18:2 ω -6 e C18:3 ω -3) (ONETTI et al., 2001).

O óleo de linhaça é obtido a partir da prensagem a frio ou por solventes, o tipo de extração varia de acordo com a finalidade do uso desse óleo. Geralmente na alimentação animal é extraído por prensagem a frio e não sofre refinamento (HENRIQUE et al., 2012).

De acordo com (Palmquist & Jenkins, 1980, Maia et al., 2010) a suplementação à base do óleo de linhaça na alimentação dos ruminantes deve apresentar de 3% a 5% para que não ocorra nenhuma interferência na fermentação ruminal instituindo a ocasionar uma redução na digestibilidade dos nutrientes, essencialmente da fibra.

A aplicação dos óleos vegetais na alimentação de ruminantes vem sendo analisada por alguns autores, e segundo Eifert et. Al., (2006) e Corradini et. Al., (2014) a suplementação lipídica na dieta dos ruminantes tende a aumentar a sua densidade energética, além de favorecer uma melhoria na utilização dos nutrientes e proporcionar a ação de determinados ácidos graxos na composição do leite.

O uso de grãos na alimentação de animais já são práticas rotineiras, a linhaça tem se destacado em diversos estudos científicos, a sua utilização na alimentação animal tem finalidade tanto para produzir carne, quanto para leite. A produção de animais é um setor crescente, segundo o IBGE (2017) o Brasil dispõe de um efetivo de rebanho por cabeça, sendo, galináceos com 1,3 bilhões, bovino com 172,7 milhões, suíno com 39,3 milhões, ovino com 13 milhões e caprino com 8 milhões de cabeças, esses animais são de extrema importância para subsistência de muitas famílias brasileiras.

Desta forma, com esta revisão objetivou-se averiguar a importância do óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) na alimentação dos ruminantes buscando informações disponíveis na literatura a fim de contribuir para futuras pesquisas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e seus benefícios na alimentação dos animais

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta originária da Ásia, além de ser um grão oleaginoso, essa espécie pertence à família das Lináceas na qual é indicada para o consumo humano e animal (OLIVEIRA et al., 2012). Mesmo tendo origem no continente asiático, a linhaça se espalhou pelo mundo, e nos dias atuais é utilizada nos países da América do Norte, países Europeus e na América do Sul (SCHUMANN, 2012).

De acordo com Nogueira et al., (2010) a linhaça propicia sementes com estruturas chatas, pontiagudas ovaladas, de cor marrom ou dourada, no qual é extraído o óleo vegetal.

De acordo com Figueiredo et al., (2017) a produção mundial de linhaça é de aproximadamente $2,4 \times 10^6$ toneladas anuais. No Brasil, precisamente no estado do Rio Grande do Sul a semente é cultivada em grande escala. O seu óleo extravirgem é tido como um ingrediente alimentar funcional e muito eficaz, uma vez que é rico em ácido α -linolênico, tocoferol e proteínas.

A linhaça é rica em proteínas, lipídeos e fibras dietéticas, constituindo-se como uma das maiores fontes dos ácidos graxos fundamentais da classe dos ômega-3 (ω -3) e ômega-6 (ω -6), dispendo de ligninas e de compostos fenólicos (SAAD, 2006). De acordo com Pradhan et al., (2010) a linhaça propicia um óleo que é composto de 40 a 50% de ácido α -linolênico.

Segundo Oliveira et al., (2013) a linhaça é um dos vegetais mais ricos em ácidos graxos poli-insaturados, mostrando-se um elevado grau de teor de ômega-3, tendo de, 5055% linolênico, que é biologicamente precursor dos ácidos eicosapentaenóicos (EPA), docosapentaenóicos (DPA), e docosahexaenóicos (DHA).

Desse modo, o óleo de linhaça dispõe de propriedades viáveis por apresentar componentes fisiologicamente ativos, sendo que esses compostos trazem grandes benefícios a saúde como, alta substância de ácido alfa linolênico (ômega-3) e as ligninas, esses efeitos estão atribuídos aos compostos que possuem atividade antioxidante, como compostos fenólicos que absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a propagação das reações oxidativa promovidas pelos radicais livres (SILVA et al., 2010).

As gorduras e os óleos vegetais são componentes essenciais na dieta humana e animal, pois os mesmos apresentam ácidos graxos, no qual os animais não conseguem produzir. O ácido graxo poli-insaturado, por exemplo, é extraído dos vegetais, algas marinhas e de alguns peixes de água fria (BRANDÃO et al., 2005).

De acordo com o mesmo autor o ácido Alfa-linolênico é encontrado em sementes de vegetais como o linho e a colza, o ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5 Ômega-3), são encontrados em óleos de peixes, e através da dessaturação e alongamento da cadeia do ácido alfa- linolênico, os mesmos podem ser obtidos pelo homem e pelos animais, podendo ser incorporados às rações de suínos.

Portanto, o óleo extravirgem da semente de linhaça (OEL) é uma substância nutracêutico de grande importância comercial, pois apresenta substâncias de ácidos graxos. Ou seja, o conhecimento de adulterações nos óleos de OEL, causadas pela adição de óleos vegetais de menor valor nutricional e comercial é, na grande maioria difícil de ser realizada (Gurdeniz et al., 2009). Sendo assim, é necessário a elaboração de métodos viáveis afim de controlar a qualidade de OEL, com o objetivo de detectar adulterações pela adição de outros óleos (QUIÑONES-ISLA et al., 2013; ELZEY et al., 2016).

Posto isso, o óleo de linhaça pode ser usado no enriquecimento da alimentação dos ruminantes e dos não ruminantes. O uso da semente de linhaça na dieta dos animais

representa um processo importante pela sua composição que é rica em ácidos graxos linolênico (ômega-3), de maneira que seja significativo a escolha para melhorar o teor lipídico e o perfil dos ácidos graxos da carne (BERNARDI et al., 2015).

A principal fonte de lipídeos insaturados são os óleos vegetais, como o de soja, linhaça e óleo de milho. Ou seja, esses óleos são incorporados na dieta dos ruminantes com a intenção de aumentar a proporção de ácidos graxos insaturados (UFA) essencial nos produtos comestíveis (BU et al., 2007).

O leite dos ruminantes é rico em isômero C18: 2 *cis*- 9, *trans*-11 CLA, no qual é incorporado no rúmen através da bio-hidrogenação do ácido linoléico, como na glândula mamária por meio da dessaturação do ácido transvaccênico C18: 1 *trans* - 11 por ⁹-desaturase (CAROPRESE et al., 2010).

Segundo Zheng et al., (2005) os óleos vegetais são ricos em ácido linolênico no qual são suplementados nas vacas leiteiras a fim de aumentar a substância de C18: 2 *cis*9, *trans*-11 CLA.

De acordo com Bashar et al., (2010) o uso do óleo de linhaça é muito rico em ácido alfa-linoleico (ALA). Ou seja, contém um alto nível de ALA, no qual constitui-se em 55% dos ácidos graxos totais do óleo (PETIT, 2003). Portanto, realizar a alimentação das vacas leiteiras através da semente de linhaça ajuda a melhorar a sua produção e a forma dos ácidos graxos presente no leite, essencialmente o ALA (PI et al., 2016).

Sendo assim, a suplementação de gordura vem sendo sugerida como um método viável afim de aumentar a energia de ração na dieta dos animais e fazer com que reduzam os efeitos adversos do estresse térmico nas vacas leiteiras. Portanto, a suplementação de gordura pode afetar diversamente a produção leiteira e o seu teor (LIU et al., 2008).

Assim sendo, além de apresentar melhorias nas respostas fisiológicas e na produção dos animais estressados por causa do calor, essa suplementação a base de gordura pode ajudar na dieta dos ruminantes ocorrendo uma melhoria no perfil dos ácidos graxos (CAROPRESE et al., 2011).

Contudo, durante o processamento os óleos podem facilmente oxidar, por causa do seu alto grau de insaturação (TONON et al., 2011). De acordo com o mesmo autor, a oxidação leva a formação do sabor e odor muito desagradável e, logo, ocorre uma redução no prazo e validade do produto, além de proporcionar o desenvolvimento dos radicais livres, no qual podem apresentar efeitos fisiológicos no organismo.

De acordo com Moghadam et al., (2020), a semente de linhaça é usada como suplemento de proteína, energia e ácidos graxos n-3 no qual é indicado na dieta das aves

domésticas. Um método usado para melhorar o perfil dos lipídeos e assim aumentar a concentração dos ácidos graxos saudáveis é a suplementação a base dessa semente.

(ABUELFATAH et al., 2016).

Segundo Moghadam et al., (2017) as sementes de linhaça são adicionadas nas dietas das aves devido ao seu valor nutricional, pois possuem energia metabolizável, ácidos graxos ômega-3 e teor de proteína bruta.

2.2. Linhaça na Alimentação de Ruminantes

2.2.1 Bovinos

No experimento realizado por Caroprese et al., (2010) foi demonstrado que a alimentação a base de linhaça mostrou uma influência positiva na síntese de proteínas do leite das vacas, no qual obtiveram um aumento de 7% na produção do leite e 15% de CN da proteína no leite das vacas FS, comparado com o leite de vacas CT. Ou seja, esse rendimento da proteína no leite pode ser resultado de uma redução na degradabilidade da proteína ruminal de toda a suplementação a base de linhaça.

Portanto os resultados obtidos no experimento mostraram que a suplementação a base de linhaça melhorou positivamente a composição e as propriedades nutricionais da produção do leite das vacas, no decorrer dos meses de verão. Além do mais, essa suplementação com a semente de linhaça nas vacas leiteiras pode ter uma contribuição afim de ativar as propriedades saudáveis do leite, elevando o teor de CLA do leite e mostrando que o seu consumo favorece a saúde humana.

No estudo feito por Benchaar et al., (2012), foi descrito que a suplementação a base do óleo de linhaça com 2,3 ou 4% da dieta DM não mostrou efeito em relação a do DMI. Mas, de acordo com Martin et al., (2008) foi observado que a suplementação com o óleo de linhaça com 5,7% da dieta DM ocorreu uma redução e o IMC ficou em 25,8% nas vacas leiteiras. Sendo assim, esses diferentes efeitos dos suplementos do óleo no DMI podem ser distribuídos ao teor do óleo, devido às quantidades acrescentadas e a proporção variável de concentrado para volumoso.

Bu et al., (2007) expôs que a produção de leite apresentou um aumento significativo em bovinos leiteiros suplementados com o óleo de linhaça ou de soja com 4% da dieta DM. Sendo assim, os resultados obtidos no estudo mostraram que a suplementação na dieta das vacas a base do óleo de borraça e do óleo de linhaça, separado ou juntos, obtiveram 4% de MS da dieta, aumentando a produção do leite, e

resultando em uma produção de leite com um alto valor nutritivo com a junção dos ácidos graxos saudáveis concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) e o ácido alfa linolênico (ALA) na gordura do leite (PI et al., 2016).

Os ácidos graxos de cadeia curta, média e longa foram instigados pela dieta, mostrando que as gorduras suplementares na dieta são eficazes de influenciar as proporções dos ácidos graxos na gordura do leite (CAROPRESE et al., 2010).

A utilização de óleos vegetais e de sementes oleaginosas, são alternativas usadas para elevar a espessura energética das dietas para os animais lactantes (DUARTE et al., 2005).

No trabalho realizado por Staples (2009) foi descrito que a suplementação com ácidos graxos ômega-3 apontou resultados consistentes na redução de perdas rudimentares nas vacas lactantes. Portanto, o mesmo sugeriu que os ácidos granoléico e o ácido linolênico sejam incluídos na dieta das vacas leiteiras, pois são indispensáveis para um bom desempenho reprodutivo.

Pivaro (2014) realizou um experimento com novilhos da raça Nelore com os objetivos de identificar o tempo necessário antes do abate da inclusão do óleo de linhaça protegido da degradação ruminal na dieta dos novilhos, visando alterar a qualidade da carne, e comparar as formas in natura e protegida do óleo de linhaça nos novilhos em terminação e os seus efeitos sobre a qualidade da carne.

Portanto, a adição do óleo de linhaça in natura mostrou uma redução nas porcentagens dos ácidos graxos saturados e um aumento maior nos insaturados e nos monoinsaturados na qualidade da carne, em comparação ao óleo de linhaça que estava protegido. ocorreu um aumento linear dos ácidos graxos saturados, sendo que foi observado por mais tempo no fornecimento do óleo de linhaça que estava protegido para os animais, mostrando uma redução linear dos insaturados. Sendo que para os ácidos graxos monoinsaturados foi observado efeito quadrático em seu percentual.

Sendo assim, para os tratamentos que não foram adicionado o óleo de linhaça na dieta dos animais, promoveu uma carne com maior ligação entre os ácidos graxos insaturados, saturados, monoinsaturados, poli-insaturados e o $\omega 6:\omega 3$, contraposto aos tratamentos que foram testados com a adição do óleo de linhaça. A utilização do óleo de linhaça na dieta dos bovinos possibilitou grandes benefícios na qualidade da carne, determinando uma redução alta em relação ao ácido $\omega 6:\omega 3$.

Segundo o autor os resultados encontrados são referentes a interferência de sua composição dos ácidos graxos sobre o seu funcionamento das enzimas no tecido muscular, que é decorrente da utilização desses ácidos na carne.

Os autores Oliveira et al., (2012) relataram que a adição do óleo de linhaça na dieta de bovinos em confinamento otimizou o desempenho e a qualidade da carne, principalmente a composição dos ácidos graxos. Sendo que com esse processamento, o óleo de linhaça passa para o estado sólido, tornando-se uma grande vantagem para combinação com outros componentes da ração.

Barton et al., (2007) avaliaram a influência da inclusão da semente de linhaça na alimentação dos animais da raça Limousin e Charolês sobre a composição de ácidos graxos. Foi observado que a inclusão da linhaça na dieta desses animais melhorou a composição dos ácidos graxos tanto da carne como da gordura de cobertura, possibilitando uma redução na concentração do ácido palmítico (C16:0), e um crescimento dos acúmulos de ácido linolênico (C18:3 N:3) e CLA e uma diminuição da relação $\omega 6:\omega 3$, possibilitando uma redução dos ácidos graxos totais saturados e um acréscimo dos poli-insaturados na gordura.

2.2.2 Ovinos

Mangano e colaboradores (2017) realizaram uma pesquisa com ovelhas com o objetivo de avaliar o efeito do óleo de linhaça na produção de iogurte a base do leite de ovelhas alimentadas ou não com o óleo de linhaça sobre a composição química e a qualidade sensorial. A raça das ovelhas utilizadas no experimento foi a Bergamácia. Na elaboração dos dois iogurtes sem sabor foram utilizados 3 litros de leite de ovelha para cada tratamento.

Portanto, a composição química dos dois tipos de iogurtes usados foi bem semelhante ($P>0,05$), determinando que com a adição de 3% do óleo de linhaça na dieta dos animais não houve efeitos negativos em relação ao funcionamento ruminal deles.

A utilização do óleo de linhaça como fonte de suplementação lipídica em ovelhas leiteiras da raça Bergamácia foi desenvolvido por Oliveira (2012). Estudos concluem que a inclusão de 3% do óleo de linhaça na dieta das ovelhas diminuiu os teores dos ácidos graxos saturados, e conseqüentemente aumentou os poli-insaturados e o teor de CLA do leite.

Já os autores Gómez-Cortés et al., (2009) ao pesquisarem o efeito da inclusão de 6 e 12% de linhaça extrusada na dieta das ovelhas leiteiras da raça Manchega, concluíram que a suplementação fortaleceu os níveis dos ácidos graxos α -linolênico (C18:3 n-3), vacênico (trans-11 C18:1) e rumênico (cis-9 trans-11 C18:2), além de ter uma redução de 15 a 30% nos teores dos ácidos graxos saturados C12:0, C14:0 e C16:0 do leite.

Com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento a base de semente de linhaça extrusada, sobre a composição centesimal do queijo, com período de 60 dias de maturação, os autores Mughetti et al., (2012) descobriram que os valores médios de 35,11 e 38,51% de umidade; 24,78 e 22,82% de proteína; 31,10 e 28,65% de gordura; e 6,99 e 6,77% de cinzas, para os queijos feitos a partir do leite das ovelhas, obtiveram concentrado com 200g/kg de linhaça extrusada e a dieta controle, provando o efeito da alimentação animal sobre a formação do queijo.

Oliveira et al., (2012) também avaliou a inserção da mesma quantidade do óleo de linhaça na dieta das ovelhas lactantes da raça Bergamácia sobre as propriedades químicas do leite e queijo e obteve resultados bem similares.

Sendo assim, com a inserção de 3% do óleo de linhaça na dieta das ovelhas houve uma variação do perfil de ácidos graxos, agregando um elevado valor nutricional ao iogurte, deixando-o mais saudável, sobretudo quanto a redução de 14,1% na concentração total dos ácidos de cadeia curta, e uma baixa de 5% dos ácidos graxos de cadeia média e um acréscimo na concentração de ácidos essenciais, principalmente o ácido α -linolênico.

De acordo com Lanier et al., (2015) esse aumento na concentração dos ácidos graxos poli-insaturados presentes no iogurte ocorreu devido a adição do óleo de linhaça na dieta, pois o mesmo é rico em ácidos graxos poli-insaturados e não podem ser gerados pelos tecidos dos ruminantes.

Sendo assim, os resultados obtidos no experimento dos autores Mangano et al., (2017) pode-se concluir que a utilização de 3% de óleo de linhaça na dieta de ovelhas em lactação é uma alternativa recomendada, pois proporciona um adequado valor nutricional na produção do iogurte.

2.2.3 Bubalinos

Agustinho (2017) implementou um experimento com búfalas, esses animais foram suplementados com o óleo de linhaça e vitamina E na dieta. Portanto, pode-se observar que a adição do óleo de linhaça na dieta das búfalas ampliou a ingestão de extrato etéreo

($P < 0,01$) e conseqüentemente reduziu a ingestão de carboidratos não fibrosos ($P = 0,01$). Logo, o consumo de matéria seca não teve influência na dieta dos animais ($P > 0,05$). A suplementação com o óleo de linhaça aumentou a produção do leite. Mas, ainda nos mesmos tratamentos foi visto que houve uma redução nas concentrações de gordura do leite, no aumento da densidade, e na tendência de redução dos sólidos totais. O acréscimo da vitamina E não sucedeu em alteração da composição, produção e densidade do leite.

De acordo com os dados do experimento pode-se concluir que a inclusão do óleo de linhaça aumentou a concentração do extrato etéreo em 92% na MS da dieta, de modo que elevou os nutrientes digestíveis totais (NDT) nas dietas. A incorporação do óleo de linhaça aumentou a digestibilidades do extrato etéreo (EE), por ser um óleo rico em ácidos graxos poli-insaturados, mostrando uma elevada taxa de absorção intestinal, devido à capacidade de apresentar formação de micelas e de movimentos mais eficazes através das microvilosidades do intestino (NRC, 2001).

Os autores Scislawski et al. (2005) verificaram em seu estudo que a suplementação a base do óleo de linhaça ocasionou em um aumento indesejado sobre a lipoperodidação, responsável por possibilitar modificação na estrutura das células atingidas.

Portanto, foi observado na gordura do leite de búfalas um aumento de AG C22:6 n-3 (ácido docosapentaenóico, DHA) (AGUSTINHO, 2017). Santos et al., (2016) trabalhou com vacas e Santillo et al., (2016) com búfalas e foi analisado que houve adição na concentração de ácido graxo poli-insaturado na dieta dos animais com óleo de linhaça e, em especial, na concentração de n-3 do leite.

Sendo assim, compreende-se que a utilização do óleo de linhaça aprimorou o perfil de ácidos graxos do leite, mas houve uma redução na estabilidade oxidativa e na digestibilidade, ao mesmo tempo que a vitamina E aumentou a capacidade antioxidante do sangue e do leite.

2.2.4 Caprinos

Souza et al., (2019) efetuaram um experimento com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de semente de linhaça na dieta dos caprinos sobre a qualidade seminal e o seu perfil metabólico. Sendo assim os autores obtiveram os seguintes resultados: com a inserção do óleo de linhaça na dieta de caprinos não houve alteração no aspecto seminal, com influência da coloração marfim e consistência leitosa. Portanto, a inclusão da

semente de linhaça na dieta de machos caprinos alterou significativamente o perfil metabólico dos animais.

A linhaça é uma excelente fonte de ácidos graxos poli-insaturados, essencialmente na forma de ácido alfa-linolênico (ômega-3) (Barroso et al., 2014). No qual ocorre uma mudança e o ácido é convertido em DHA.

Em conformidade com Huang et al., (2009), o alto nível de lipídeos na alimentação dos ruminantes pode fazer com que ocorra uma redução na digestão da fibra no rúmen, ocasionando em uma menor disponibilidade de energia, o que pode ter acontecido no presente estudo, pois a medida que aumentou o nível de inclusão da semente de linhaça, obteve-se, na formação da dieta, o aumento dos níveis de extrato etéreo e fibra e a redução dos carboidratos não fibrosos. Sendo assim, a composição pode ter influenciado no acúmulo de glicose sanguínea. Mas no presente estudo os níveis de testosterona não foram influenciados pela dieta.

Sendo assim, os autores Souza et al., (2019) concluíram que os aspectos físicos e morfológicos do sêmen dos caprinos demonstraram melhoria à medida que ia aumentando o nível de inclusão de semente de linhaça na dieta dos machos caprino, com ênfase para os níveis acima de 8% de inclusão.

A inclusão dos níveis de linhaça na dieta dos machos alterou alguns parâmetros metabólicos, resultante do efeito realizado pela inserção do ácido poli-insaturado e, devidamente a sua composição na dieta.

Abuelfatah et al., (2016) realizou um experimento com o objetivo de avaliar a influência dos diferentes níveis de linhaça inteira, como fonte de ALA n-3 PUFA, nos indivíduos microbianos ruminal de cabras, aplicando reação em cadeia da polimerase em tempo real (RT-PCR).

Portanto, foi observado que o total de bactérias no rúmen das cabras foi significativamente influenciado pelos tratamentos dietéticos. Sendo assim a concentração de bactérias totais apresentou resultados menores no rúmen das cabras que foram alimentadas com dietas de linhaça (L10 e L20) do que as que foram alimentadas apenas com dieta controle (Lo). Não foi analisada diferença significativa entre os tratamentos L10 e L20.

Em conformidade, Abuelfatah et al., 2014, observaram em estudos anteriores que a inclusão da semente de linhaça inteira em dietas, apresentou um aumento da proporção de ALA e PUFA n-3 total nos músculos das cabras e nos tecidos adiposos ao nível em que a inclusão da linhaça ia aumentando.

Portanto, a atividade de crescimento e a digestibilidade não foram afetadas pela inserção de linhaça nos níveis de 10% e 20%, mas no nível de 20% o consumo de ração foi afetado desfavoravelmente (ABUELFATAH et al., 2013).

No experimento realizado por Caroprese et al., (2016), usando a semente de linhaça inteira, os autores corroboraram efeitos positivos paralelamente e juntamente sobre o leite de cabra, e averiguaram efeitos significativos da suplementação da linhaça inteira no rendimento da gordura de 67%, proteínas 34% e caseínas em 41% do leite de cabras.

Os autores Abuelfatah et al., (2016) concluíram que a inclusão da linhaça na dieta das cabras em 10% ou 20% aumenta a proporção molar de acetato e conseqüentemente minimiza a proporção molar de butirato e valerato. A linhaça proporciona modificações nos indivíduos microbianos do rúmen.

As dietas das cabras leiteiras suplementadas com os óleos vegetais, geralmente não apresentam diferenças abundantes na produção do leite e no seu teor de proteínas, mas podem produzir alguns aumentos no seu teor de gordura (CHILLIARD et al., 2003, 2007).

Novais (2013) realizou um estudo afim de avaliar o comportamento ingestivo de cabras lactantes alimentadas com dietas a base de semente de linhaça, aplicando níveis de 4, 8 e 12% de inclusão, pode-se observar que não houve efeito da inserção da linhaça para as variáveis comportamentais, em ruminação, ócio e alimentação desses animais. O mesmo foi observado por Araújo (2018), no qual o autor avaliou os diferentes níveis de gordura na nutrição dos ovinos, essa gordura era rica em DHA (all-g rich®), os níveis de concentração na matéria seca foram de 0%, 1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0%, no qual foi observado que os níveis não influenciaram significativamente ($P > 0,05$) no funcionamento das atividades de ruminação, ócio e alimentação.

Barroso et al., (2014), comprovaram diferenças dos dois tipos de semente de linhaça (marrom e dourada), e seus relativos óleos, todavia não foi verificado nenhuma diferença significativa para a maioria dos fatores estudados, porem o óleo da semente marrom expressou maior teor de ácido esteárico (C18:0), superior teor de tocoferóis, maior capacidade antioxidante e uma maior constância oxidativa. Portanto, assim como a semente o óleo de linhaça dispõe de propriedades essenciais do ácido linolênico (C18:3 ω -3), tornando-se uma fonte alternativa para a suplementação na alimentação dos ruminantes.

2.3. Óleo de Linhaça na Alimentação de não ruminantes

2.2.5 Suínos

Os autores Nuernberg et al., (2005) realizaram um teste e avaliaram a inclusão de 5% do óleo de linhaça e mais 5% do óleo de oliva na dieta dos suínos e concluíram que a composição da estrutura e a qualidade da carne não foram afetadas pelas dietas, sendo que a dieta a base de linhaça aumentou significativamente o teor relativo do ácido graxo linolênico, mas o sabor da carne não foi afetado e influenciado pela suplementação a base do óleo de linhaça.

Portanto, o óleo de linhaça não mostrou efeitos negativos para os parâmetros quantitativos e qualitativos nas dietas com suplementação a base de 150 g/kg da semente de linhaça, mas aumentou significativamente o teor de PUFA, dos ácidos graxos saturadas (OKROUHLÁ et al., 2013).

Morel et al., (2005), estudando o efeito da inclusão de diferentes fontes de gordura na qualidade e composição da carne de suínos em terminação, fizeram uma comparação com uma dieta apresentando 65 de sebo bovino e a outra com uma mistura de 4% de óleo de soja e 2% de óleo de linhaça. Os autores constataram uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados na dieta com óleo vegetal, junto com aumento dos teores do ácido linoleico e linolênico. Sendo assim, foi observado no experimento um acréscimo da oxidação de lipídeos no tratamento que tinha o óleo de soja e o de linhaça em comparação com o tratamento que apresentava só o sebo bovino.

Os autores esclarecem que isso ocorre devido a uma alta ligação de ácido linoleico e o linolênico encontrado, no qual ultrapassou o valor de 4,0, que é um valor considerado limite, segundo os autores. Com relação às características de carcaça, como pH e textura não foi encontrada diferenças entre as fontes de óleo.

Vários estudos veem mostrando que com a adição de sementes ou óleos vegetais, essencialmente o de linhaça e canola, pois são ricos em ômega 3, na dieta das aves, suínos e peixes, resulta no crescimento dos teores da carne, melhorando significativamente, e apresentando uma boa aceitação pelos consumidores (LOPES, 2012).

2.2.6 Galináceos

No experimento realizado com galinhas poedeiras por Moghadam et al., (2020) foi exposto que a produção de ovos e a massa dos ovos apresentaram um aumento para HFlax e HFlax + e quando comparadas com linho e linho + E (P <0,05). Logo a

alimentação a base de linhaça aquecida (HFlax) apresentou um aumento significativo de 3% na produção de ovos quando comparados ao linho ($P < 0,05$). Sendo assim, a inserção da enzima na semente de linhaça aquecida (HFlax + E) mostrou um aumento de 12% na produção dos ovos do que o linho + E ($P < 0,05$).

Já nos estudos de Gonzalez- Esquerria et al., (2001) mostraram efeitos negativos com inclusão de 10% sobre a dieta com alimentação a base de linhaça. Portanto esses resultados negativos em relação a produtividade foram outorgados às diferentes FAN presentes na semente de linhaça. Sendo assim, a linhaça pode ter favorecido a inativar o inibidor de tripsina e, assim, aumentar a disponibilidade de tripsina e a susceptibilidade das proteínas, trazendo um aumento na produção dos ovos.

Na pesquisa realizada por Moghadam et al., (2020) não foi exposto nenhuma diferença significativa na produção ou massa dos ovos entre HFlax e HFlax + E, expondo que a adição das enzimas pode não contribuir a nenhum benefício na produção ou na massa dos ovos nas galinhas alimentadas com HFlax.

Portanto, foram avaliadas as características da qualidade dos ovos, e não foi relatado nenhum efeito da dieta sobre o ovo, gema, peso da casca ou HU ($P > 0,05$).

Sendo assim, os autores concluíram que o uso da semente de linhaça aumenta a produção e a massa dos ovos em galinhas poedeiras, sendo que, com a adição de enzimas não foi incluído nenhum benefício na produção e também na massa dos ovos em galinhas alimentadas a base da linhaça.

Os óleos vegetais passaram a ser fontes energéticas de grande importância para a formulação na dieta dos frangos de corte. Portanto, a adição de fontes lipídicas na dieta é uma das alternativas afim de melhorar o desempenho das aves, pois exibem alta densidade energética e alta energia metabolizável, fornecendo melhor eficiência a ração dos animais (LARA, et al., 2005, ROSTAGNO et al., 2011).

No estudo realizado por Lopes et al., (2012) os resultados mostraram que a substituição parcial ou total do óleo de soja pelo de linhaça não apresentou mal desempenho produtivo dos frangos de corte, com incorporação de 3 a 5% na dieta, de acordo com cada fase dos animais. Resultados semelhantes foram obtidos por Almeida et al., (2009), os autores trabalharam com a troca do óleo de soja pelo o óleo de linhaça em até 6,5% na dieta dos frangos Cobb 500.

Em um outro caso, os autores Crespo e Esteve-Garcia (2001), ao adicionarem de 6 a 10% do óleo de linhaça na dieta dos animais, observaram uma grande diferença significativa no desempenho dos frangos de corte, somente em comparação aqueles que

receberam dietas incluindo o azeite de oliva e a gordura animal, não remetendo do óleo de girassol que é rico em AGPLs.

Sendo assim, a substituição do óleo de soja pelo de linhaça na dieta dos animais não sucedeu em diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Os autores Lopes et al., (2012) concluíram que a substituição parcial ou total do óleo de soja pelo de linhaça não prejudica o funcionamento das características de carcaça, composição química da carne e o perfil sanguíneo dos frangos de corte.

3. ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO

A Agroecologia é um conjunto de princípios sociais aplicáveis aos sistemas agropecuários sustentáveis. A mesma pode ser descrita como uma ciência que tem por objeto o estudo holístico dos agrossistemas, que buscam copiar os processos naturais empregando um enfoque de manejo de recursos naturais para condições específicas de propriedades rurais respondendo pelas necessidades e aspirações de agricultores em determinadas regiões (ALTIERI, 2001).

Segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), a Agricultura Familiar é a principal responsável pela produção dos alimentos que são disponibilizados para o consumo da população brasileira. O setor se destaca pela produção de milho, raiz de mandioca, pecuária leiteira, gado de corte, ovinos, caprinos, olerícolas, feijão, cana, arroz, suínos, aves, café, trigo, mamona, fruticulturas e hortaliças.

Sendo assim a gestão da propriedade é compartilhada pela família e a atividade produtiva agropecuária é a principal fonte geradora de renda. Além disso, o agricultor familiar tem uma relação particular com a terra, seu local de trabalho e moradia. A diversidade produtiva também é uma característica marcante desse setor, pois muitas vezes alia a produção de subsistência a uma produção destinada ao mercado (MAPA, 2017).

A produção de alimentos saudáveis é uma demanda crescente da população. As pessoas buscam por alimentos livres de resíduos químicos e produzidos com menor uso de insumos artificiais e sem agrotóxicos. Nos dias atuais existe a preocupação com a preservação do meio ambiente e a biodiversidade, com a geração de renda no campo, diminuindo o êxodo rural e com a preocupação do bem estar animal. Sendo assim, a produção de alimentos saudáveis é uma demanda crescente

Por ser considerada um alimento funcional, a semente do linho é uma alternativa de produção ecologicamente correta, além de agregar valor. O linho é uma planta rústica e tem custo de produção baixo, nos últimos anos a linhaça tomou destaque, a demanda crescente por este produto despertou o interesse dos agricultores a cultivarem essa espécie, porém, um dos fatores limitantes é a falta de informações técnicas sobre o cultivo do linho, como espaçamento e adubação adequada (PARIZOTO et al., 2013).

A linhaça é muito requerida pela sua qualidade nutricional e seus efeitos funcionais ao organismo humano. Além das diversas aplicações, o cultivo do linho no Sul e Centro-Sul do Brasil vem sendo utilizada como uma nova alternativa para diversificar os sistemas agrícolas, principalmente na estação fria (SOARES et al., 2009).

É uma cultura em que as práticas de manejo e os tratos culturais são de fácil execução, por isso é muito visada por pequenos agricultores, por ser um cultivo não oneroso e com alto valor agregado (RURAL, 2013).

Os autores Gonçalves et al., (2014), ao trabalharem com a inserção de ácidos graxos poli-insaturados provenientes do óleo de palma na dieta, a 2% da matéria seca total, não tiveram influência na mobilidade espermática do sêmen de búfalos, mas obtiveram resultados positivos na habilidade de progressão das células espermáticas após um período de 90 dias do início da suplementação.

Já os autores Moallem et al., (2015) ao investigarem as características seminais de touros suplementados com o óleo de linhaça ou o óleo de peixe na dieta, no período de 13 semanas, mostraram que houve mudança moderada do ácido docosahexaenoico (DHA) e ácido docosapentaenoico (DPA) no sêmen dos animais suplementados com o óleo de linhaça.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo de linhaça é extremamente importante para a produção animal melhorando a qualidade dos produtos finais consumidos por nós. Sendo assim, essa revisão de literatura vem para facilitar o entendimento sobre o assunto em questão e consequentemente a sua utilização para futuras pesquisas.

REFERENCIAS

ABUELFATAH, K.; ZUKI, A. B.; GOH, Y. M.; SAZILI, A. Q.; ABUBAKR, A. Effects of feeding whole linseed on ruminal fatty acid composition and microbial population in goats. **Animal Nutritivo Jornal**, v. 2, n. 4, p. 323–328, 2016.

ABUELFATAH, K.; ZUKI, A. B.; GOH, Y. M.; SAZILI, A. Q.; ABUBAKR, A. Effects of feeding whole linseed on ruminal fatty acid composition and microbial population in goats. **Animal Nutrition**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.323-328, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2016.10.004>.

ABUELFATAH, K.; ZUKI, A. B. Z.; GOH, Y. M.; SAZILI, A. Q. **Efeitos dos ácidos graxos da dieta n-3 no desempenho do crescimento, digestibilidade aparente e características da carcaça de cabras Boer mestiças em condições tropicais**. Revista Brasileira de Avanços em Animais e Veterinária. Volume 8, Edição 6, p. 775-785, 2013.

ABUELFATAH, K.; ZAKARIA, Md. Z. A. B.; MENG, G. Y.; SAZILI, A. Qurni. Changes in Fatty Acid Composition and Distribution of N-3 Fatty Acids in Goat Tissues Fed Different Levels of Whole Linseed. **The Scientific World Journal**, [s.l.], v. 2014, p.1-10, 2014. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/934154>.

ABUELFATAH, K.; ZUKI, A.B.Z.; GOH, Y.M.; SAZILI, A.Q. Effects of enriching goat meat with n – 3 polyunsaturated fatty acidson meat quality and stability. **Small Ruminant Research**, v.136, p.36-42, 2016.

ALMEIDA, A. P. S.; PINTO, M. F.; POLONI, L. B.; PONSANO, E. H. G.; GARCIA NETO, M. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 61, n. 3, p.698-705, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352009000300025>.

AGUSTINHO, B. C. **COMPOSIÇÃO LIPÍDICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO LEITE E DO SANGUE DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM ÓLEO DE LINHAÇA E VITAMINA E NA DIETA**. 2017. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias, Maringá, 2017.

ALTIERI, M. Agroecologia. A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 3.ed.(S.l.):Editora da Universidade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 110 p.

ARAÚJO, M. J. P. de. **DIFERENTES NÍVEIS DE GORDURA RICA EM DHA (ALL-G RICH®) NA NUTRIÇÃO DE OVINOS**. 2018. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – Mg, 2018.

BARTON, L.; MAROUNEK, M.; KUDRNA, V.; BURREN, D.; ZAHŘÁDKOVÁ, R. Growth performance and fatty acid profiles of intramuscular and subcutaneous fat from Limousin and Charolais heifers fed extruded linseed. *Meat Science*, Champaign, v. 76, n. 3, p. 517-523, 2007.

BARROSO, A.K.M.; TORRES, A.G.; CASTELO-BRANCO, V.N. et al. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. *Ciênc. Rural*, v.44, p.181-187, 2014.

BASHAR, M. A.; JUMAT, S. **Estudo de toxicidade de óleo de semente de borracha da Malásia (*hevea brasiliensis*) como testes em ratos e camarões**. *Asian Journal of Biochemistry* 5 (1): p. 33-39, 2010.

BASSEGIO, D.; SANTOS, R. F.; NOGUEIRA, C. E. C.; CATTANÊO, A. J.; ROSSETTO, C. Manejo da irrigação na cultura da linhaça. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.1, n.3, p. 98-107, 2012.

BENCHAAR, C.; ROMERO-PÉREZ, G. A.; CHOUINARD, P. Y.; HASSANAT, F.; EUGENE, M.; PETIT, H. V.; CÔRTEZ, C. Supplementation of increasing amounts of linseed oil to dairy cows fed total mixed rations: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, protozoal populations, and milk fatty acid composition. *Journal Of Dairy Science*, [s.l.], v. 95, n. 8, p.4578-4590, ago. 2012. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5455>.

BERNARDI, D. M.; BERTOL, T. M.; COLDEBELLA, A.; ALMEIDA, B. C. S.; DIETERICH, F.; PARIS, L. D.; SGARBIERI, V. G. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA E SUINOCULTURA? SIAVS, 2015, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABPA, 2015. p. 220-223.

BRANDÃO, P. A.; COSTA, F. G. P.; BARROS, L. R.; NASCIMENTO, G. A. J. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. *Agropecuária Técnica*, Areia, v. 26, n. 1, p. 5-14, 2005.

BU, D. P.; WANG, J. Q.; DHIMAN, T. R.; LIU, S. J. Efetividade de óleos ricos em ácidos linoléico e linolênico para melhorar o ácido linoléico conjugado no leite de vacas leiteiras. *Journal Of Dairy Science*, [s.l.], v. 90, n. 2, p.998-1007, fev. 2007. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(07\)71585-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(07)71585-0).

CAROPRESE, M.; ALBENZIO, M.; BRUNO, A.; FEDELE, V.; SANTILLO, A.; SEVI, A. Efeito da radiação solar e suplementação de linhaça na produção de leite e perfil de ácidos graxos de ovelhas em lactação sob alta temperatura ambiente. *Journal Of Dairy Science*, [s.l.], v. 94, n. 8, p.3856-3867, ago. 2011. American Dairy Science Association.

CAROPRESE, M.; MARZANO, A.; MARINO, R.; GLIATTA, G.; MUSCIO, A.; SEVI, A. Suplementação de linhaça melhora perfil de ácido graxo do leite de vaca. *Journal Of*

Dairy Science, [s.l.], v. 93, n. 6, p.2580-2588, jun. 2010. **American Dairy Science Association**.

CAROPRESE, M.; CILIBERTI, M. G.; SANTILLO, A.; MARINO, R.; SEVI, A.; ALBENZIO, M. Immune response, productivity and quality of milk from grazing goats as affected by dietary polyunsaturated fatty acid supplementation. **Research In Veterinary Science**, [s.l.], v. 105, p.229-235, abr. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.02.018>.

Cobb-Vantress 500., 2009. Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte. L-2114-01PT.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, [s.l.], v. 80, n. 1, p.71-78, jan. 2001. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/80.1.71>.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 86, n. 5, p.1751-1770, maio 2003. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73761-8](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73761-8).

CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A.; BERNARD, L.; ROUEL, J.; DOREAU, M. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal Of Lipid Science And Technology**, [s.l.], v. 109, n. 8, p.828855, ago. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.200700080>.

CORRADINI, S. A. S.; MADRONA, G. S.; VISENTAINER, J. V.; BONAFE, E. G.; CARVALHO, C. B.; ROCHE, P. M.; PRADO, I.n. Sensorial and fatty acid profile of ice cream manufactured with milk of crossbred cows fed palm oil and coconut fat. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 97, n. 11, p.6745-6753, nov. 2014. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8290>.

DUARTE, L. M. A.; STUMPF JÚNIOR, W.; FISCHER, V.; SALLA, L. E. Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, a produção e a composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 34, n. 6, p.2020-2028, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s151635982005000600027>.

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LEÃO, M. I.; ARCURI, P. B.; VALADARES FILHO, S. C.; LEOPODINO, W. M.; OLIVEIRA, J. S. SAMPAIO, C. B. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.297-308, 2005.

ELZEY, B.; POLLARD, D.; FAKAYODE, S. O. Determination of adulterated neem and flaxseed oil compositions by FTIR spectroscopy and multivariate regression analysis. **Food Control**, v. 68, p. 303-309, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.008>.

FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação). Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoweb/Article_Prestigio.pdf>. Acesso em: 15 de março/ 2020.

FIGUEIREDO, M. S.; MAIA, L. de A.; GUARDA, D. S.; LISBOA, P. C.; MOURA, E, G, de. Flaxseed secoisolariciresinol diglucoside (SDG) during lactation improves bone metabolism in offspring at adulthood. **Journal Of Functional Foods**, [s.l.], v. 29, p.161171, fev. 2017. Elsevier BV.

GÓMEZ-CORTÉS, P.; BACH, A.; LUNA, P.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M. A. 2009. Effects of extruded linseed supplementation on n-3 fatty acids and conjugated linoleic acid in milk and cheese from ewes. *Journal of Dairy Science*, 92, 9, 4122-4134. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1909>.

GONÇALVES, A.A.; GARCIA, A.R.; ARRUDA, R.P. et al. A suplementação alimentar com ácidos graxos insaturados melhora a qualidade do sêmen criopreservado de búfalos (*Bubalus bubalis*) pós descongelamento. *Semin. Ciênc. Agrár.*, v.35, p.2467-2484, 2014.

GONZALEZ-ESQUERRA. R.; LEESON, S. **Alternativas para enriquecimento de ovos e carne de frango com ácidos graxos ômega-3**. *Pode. J. Anim. Sci.* 81 (2001), pp. 295 – 305.

GURDENIZ, G.; OZEN, B. Detection of adulteration of extra-virgin olive oil by chemometric analysis of mid-infrared spectral data. **Food Chemistry**, v. 116, n. 2, p. 519525, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.068>.

HENRIQUE, W. & PIVARO, T.M. O óleo de linhaça na alimentação de bovinos. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, 2012.

HUANG, Y.; SCHOONMAKER, J.P.; OREN, S.L. et al. Calcium salts of CLA improve availability of dietary CLA. *Livest. Sci.*, v.122, p.1-7, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário (2017). Disponível:https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html. Acesso em: março. de 2020.

LANIER, J. S.; CORL, B. A. Challenges in enriching milk fat with polyunsaturated fatty acids. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.6, p.1-9, 2015. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0025-0>.

LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; AGUILAR, C. A. L.; CANÇADO, S. V.; FIUZA, M. A.; RIBEIRO, B. R. C. Effect of lipid sources of diets on broiler performance. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 57, n. 6, p.793-798, dez. 2005. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352005000600014>.

LIU, Z. L.; CHEN, P.; LI, J. M.; LIN, S. B.; WANG, D. M.; ZHU, L. P.; YANG, D. P. Ácidos linolêicos conjugados (CLA) moderam respostas negativas de vacas estressadas

pelo calor. **Livestock Science**, [s.l.], v. 118, n. 3, p.255-261, nov. 2008. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.02.002>.

LOPES, D. C. N. **Óleo de linhaça na dieta de frangos de corte**. 2012, 148f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

LOPES, D. C. N. XAVIER, E. G. SANTOS, V. L. GONÇALVES, F. M. LOPES, L. L. ANCIUTIC, M. A. ROLLB, V. F. B. DEL PINOA, F. A. B. FEIJÓD, J. O. **Desempenho, características de carcaça, composição química da carne e perfil bioquímico de frangos de corte alimentados com dieta contendo óleo de linhaça**. 2012, 148f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MAIA, M. R., CHAUDHARY, L. C., BESTWICK, C. S., RICHARDSON, A. J., MCKAIN, N., LARSON, T. R., GRAHAM, I. A. & WALLACE, R. J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BioMed Central Microbiology**. n. 10, p. 2-10, 2010.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento). Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>>. Acesso em: 25 de março/2020.

MANGANO, L. S.; GIUDICE JUNIOR, R.; DANTAS, A.; MONTANHA, A. A. O.; CARREGA, M. F. C. S. Propriedades nutricionais e análise sensorial de iogurtes elaborados com leite de ovelhas alimentadas com óleo de linhaça. **Boletim de Indústria Animal**, [s.l.], v. 74, n. 3, p.288-293, 2017. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v74n3p288>.

MOALLEM, U.; NETA, N.; ZERONC, Y. Dietary α -linolenic acid from flaxseed oil or eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids from fish oil differentially alter fatty acid composition and characteristics of fresh and frozen-thawed bull semen. *Theriogenology*, v.83, p.1110-1120, 2015.

MOGHADAM, B.; CHERIAN, G. **Linhaça em dietas para aves domésticas para atender às necessidades humanas de ácidos graxos n-3**. *Poult do mundo. Sci. J.* 73. P.803-8112, 2017.

MOGHADAM, M. H.; BEHESHTI.; SHEHAB, A.; CHERIAN, G. Production Performance, Quality and Lipid Composition of Eggs from Laying Hens Fed Heated Flaxseed with Carbohydrase Enzymes. *Journal Of Applied Poultry Research*, [s.l.], v. 29, n. 1, p.121-129, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfz034>.

MUGHETTI, L.; SINESIO, F.; ACUTI, G.; ANTONINI, C.; MONETA, E.; PEPARAI, M.; TRABALZA-MARINUCCI, M. 2012. Integration of extruded linseed into dairy sheeps diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. *Animal Feed Science and Technology*, v. 178, p. 27-39.

MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, JP.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Produção de metano e digestibilidade da dieta em resposta à alimentação de vacas leiteiras linhaça bruta, linhaça extrusada ou óleo de linhaça. *J. Anim. Sci.*, 86 (2008), pp. 2642 – 2650.

MOREL, P.C.H.; McINTOSH, J.C.; JANZ, J.A.M. Acid Profile of Pork by Dietary Manipulation. 2006. *Asian Australasian Journal of Animal Sciencis* v.19, n.3, p.431, 2006.

National Research Council (NRC). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NOGUEIRA, G. F.; CÉZAR, D.; FAKHOURI, F. M.; GUMBREVICIUS, I. A IMPORTÂNCIA DA LINHAÇA COMO ALIMENTO FUNCIONAL E SUA UTILIZAÇÃO POR UNIVERSITÁRIOS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO AMPARENSE. *Centro Universitário Amparense, UNIFIA*, v. 10, p. 1-15, 2010.

NOVAIS, D. L. **Concentrados a base de feno da parte aérea damandioca e semente de linhaça em dietas para cabras em lactação**. Cruz das Almas: UFRB, 2013.

NUERNBERG, K.; FISCHER, K.; NUERNBERG, G.; KUECHENMEISTER, U.; KLOSOWSKA, D.; ELIMINOWSKA-WENDA, G.; FIEDLER, L.; ENDER, K. Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Science*. v.70, n.1. p. 63-74, 2005.

OKROUHLÁ, O.; STUPKA, R.; CITEK, J.; SPRYSL, M.; BRZOBOHATY, L. Effect of dietary linseed supplementation on the performance, meat quality, and fatty acid profile of pigs. *Czech Journal Animal Science*, v. 58, n. 6, p. 279–288, 2013.

OLIVEIRA, A. A. Produção e composição do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.). 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, U. L. C. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. *Archivos de Zootecnia*, v.62, p.57-72, 2013. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v62i237.1957>.

OLIVEIRA, A.A. Produção e composição do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.). 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

OLIVEIRA, E. A.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; PIVARO, T. M.; ROSA, B. L.; FERNANDES, A. R. M.; ANDRADE, A. T. Quality traits and lipid composition of meat from Nellore Young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. *Meat Science*, Champaign, v. 90, n. 1, p. 28-35, 2012.

OLIVEIRA, M. R. de.; REGINALDO, F. S.; ROSA, H. A.; WERNER, O.; VIEIRA, M. D.; DELAI, J. M. Fertirrigação da cultura de linhaça *Linum usitatissimum*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 22-32, 2012.

ONETTI, S. G., SHAVER, R. D., MCGUIRE, M. A. & GRUMMER, R. R. Effect of Type and Level of Dietary Fat on Rumen Fermentation and Performance of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2751-2759, 2001.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in Lactation Rations: Review. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 63, n. 1, p.1-14, jan. 1980. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(80\)82881-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(80)82881-5).

PARIZOTO, C.; ESPANHOL, G.; GROTO, V.; NESI, C.; MANTOVANI, A. Produção agroecológica de linhaça dourada (*Linum usitatissimum*) sob diferentes doses de cama de aves em diferentes espaçamentos entre linhas. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 22367934 – Vol 8, No. 2, Nov 2013.

PETIT, H. V. Digestão, produção de leite, composição do leite e composição sanguínea de vacas leiteiras alimentadas com linhaça ou semente de girassol tratada com formaldeído. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 86, n. 8, p.2637-2646, ago. 2003. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S00220302\(03\)73859-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S00220302(03)73859-4).

PI, Y.; GAO, S. T.; MA, L.; ZHU, Y. X.; WANG, J. Q.; ZHANG, J. M.; XU, J. C.; BU, D. P. Eficácia do óleo de semente de borracha e óleo de linhaça para aumentar o teor de ácido α -linolênico no leite de vacas leiteiras. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. **99**, n. **7**, p.5719-5730, jul. 2016. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9307>.

PIVARO, T. M. **ÓLEO DE LINHAÇA NA TERMINAÇÃO DE NOVILHOS NELORE: QUALIDADE DA CARNE**. 2014. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutor em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - Unesp Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2014.

PRADHAN, R. C.; MEDA, V.; ROUT, P. K.; NAIK, S.; DALAI, A. K. Supercritical CO₂ extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 98, n. 4, p.393397, jun. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.11.021>.

QUIÑONES-ISLAS, N.; MEZA, G. M.; OSORIO-REVILLA, G.; GALLARDOVELAZQUEZ, T. Detection of adulterants in avocado oil by Mid-FTIR spectroscopy and multivariate analysis. **Food Research International**, v. 51, n. 1, p. 148-154, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.11.037>.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C., FERREIRA, A. S. & BARRETO, L. S. T., 2005. Tabelas Brasileiras

para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa, MG: Editora UFV. P. 186, 2. Ed.

RURAL, G. Cultivo da linhaça anima agricultores do RS. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/08/cultivo-da-linhaacaanimaagricultores-do-rs.html>. Acesso em: 14 de março de 2020.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. 2006. 16f. – Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000100002>.

TONON, R. V.; GROSSO, C. R. F.; HUBINGER, M. D. Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. *Food Research International*, v.44, p.282-289, 2011.

SANTO, N.W., YOSHIMURA, E.H., MACHADO, E., MATUMOTO-PINTRO, P.T., MONTANHER, P.F., VISENTAINER, J.V., SANTOS, G.T., ZEOULA, L.M. 2016. Antioxidant effects of a propolis extract and vitamin E in blood and milk of dairy cows fed diet containing flaxseed oil. *Livest. Sci.* 191, 132-138.

SANTILLO, A., CAROPRESE, M., MARINO, R., SEVIAND, A., ALBENZIO, M. 2016. Quality of buffalo milk as affected by dietary protein level and flaxseed supplementation. *J. Dairy Sci.* 99, 7725-7732. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.201611209>.

SCHUMANN, K. J. **Contribuição da indústria de óleos vegetais Pindorama LTDA, enquanto agente econômico para no município de Panambi.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) - Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ, RS), Ijuí, 85p, 2012.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SOARES, L.L.; PACHECO J. T.; BRITO C. M.; TROINA A. A.; BOAVENTURA G. T.; GUZMÁN-SILVA M. A.; Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. *Revista Nutrição*, Campinas, 2009.

SOUZA, R. S.; BARBOSA, L. P.; PINHEIRO, A. M.; MACHADO, W. M.; MENDES, C. S.; ARAUJO, M. I.; SOUZA, D. O.; SANTANA, A. I. A. Qualidade seminal e perfil metabólico de caprinos alimentados com semente de linhaça na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 71, n. 3, p.899-908, jun. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10266>.

STAPLES, C. R (2009). A suplementação de lipídios-ácidos graxos e implicações para Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. reprodução/saúde animal Parte-1. In: XIII Curso de Novos Enfoques na Reprodução e Produção de Bovinos, Uberlândia-MG.

TONON, R. V.; GROSSO, C. R. F.; HUBINGER, M. D. Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. *Food Research International*, v.44, p.282-289, 2011.

ZHENG, H. C.; LIU, J. X.; YAO, J. H.; YUAN, Q.; YE, H. W.; YE, J. a.; WU, Y.M. Efeitos de fontes alimentares de óleos vegetais no desempenho de vacas em lactação de alto rendimento e ácidos linolêicos conjugados no leite. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 88, n. 6, p.2037-2042, jun. 2005. **American Dairy Science Association**.
[http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)72880-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72880-0).