

Viabilidade nutricional e perspectivas econômicas de coprodutos usados na alimentação de bovinos no Nordeste do Brasil¹

Leilson R. Bezerra²
Sheila V. de Sousa³
Luciana V. Diogênes⁴
Juliana P. F. de Oliveira⁵

¹ Palestra apresentada no XIV Congresso Nordestino de Produção Animal – CNPA, em Recife, Pernambuco, Brasil, novembro, 2019

² Prof. Dr. da Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Pesquisador do CNPq

³ Mestre em Zootecnia, Aluna de Doutorado em Ciência Animal, UFPI/CCA

⁴ Mestre em Zootecnia, Aluna de Doutorado em Ciência e Saúde Animal, UFCG/CSTR

⁵ Doutora em Zootecnia, Bolsista de Pós-Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, UFCG/CSTR

RESUMO

Esta revisão tem por objetivo discutir sobre as potencialidades e a viabilidade econômica da utilização de produtos (co-produtos, subprodutos e resíduos) da indústria de biodiesel na alimentação de bovinos. Os produtos obtidos através do processamento da indústria do biodiesel que utiliza culturas oleaginosas para a extração do óleo têm grande potencial para serem usados como ingredientes na dieta de bovinos. Além disso, a utilização de coprodutos pode levar ao barateamento do custo de produção de ruminantes, principalmente na utilização de suplementos fornecidos no período seco do ano. Dentre os ingredientes, podem ser destacados farelos, óleos e tortas, bem como os resíduos. Apesar deste cenário promissor, deve-se atentar para os níveis adequados de utilização, observando-se principalmente o teor de lipídeos dos ingredientes, a qualidade da fibra como também a presença de elementos tóxicos. Torna-se ainda necessário mais investimento em pesquisa sobre a utilização destes coprodutos na alimentação de ruminantes, contribuindo para a geração de renda e desenvolvimento não somente para a cadeia produtiva bovina, mas para toda a região onde estão inseridos. Além disso, novas tecnologias devem ser discutidas no sentido de inovar o uso destes ingredientes nas rações e torná-los ainda mais viáveis para assim incrementar a renda do produtor e o lucro com a venda do produto final (carne e leite), agregando valor e tornando estes alimentos mais atrativos e mais saudáveis.

Palavras-chave: biodiesel, fibra, ingredientes alternativos, lipídeos, produção animal

Nutrition efficiency and economic prospects of byproducts used in cattle feeding in the Northeast, Brazil

ABSTRACT

This review aims to discuss the potential and economic viability of using biodiesel industry products (byproducts and residues) in cattle feed. The products obtained through the biodiesel industry that uses oilseeds for oil extraction have great potential to be used as dietary ingredient in cattle diet. In addition, the use of by-products may reduce the cost of ruminant production, especially in the use of supplements provided during the drought season. Among the ingredients can be highlighted meal, oils and cakes, as well as residues. Despite this promising scenario, attention should be paid to the appropriate levels of use, noting the lipid content of the ingredients, the quality of the fiber as well as the presence of toxic elements. More investment is needed in research into the use of these co-products in ruminant feed, contributing to income generation and development not only for the bovine production chain, however for the entire region where they are inserted. In addition, new technologies should be discussed in order to innovate the use of these ingredients in feed and make them even more viable in order to increase producer income and profit from selling the final product (meat and milk), adding value and making these foods more attractive and health.

Key words: biodiesel, fiber, alternative ingredients, lipids, animal production



Recebido em: xx/xx/20xx

Aceito em: xx/xx/2020

Publicado em: 31/12/2020

Autor correspondente: leilson@ufpi.edu.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor e consumidor mundial de biodiesel, de acordo com dados da ANP (2018), a capacidade total de processamento no Brasil em 2017 foi de 7,3 milhões de m³. As principais propostas para a utilização da torta gerada no processo de extração do óleo vegetal das sementes de oleaginosas são para a alimentação animal, como adubo orgânico e também para a produção de energia térmica (Mota e Pestana, 2011).

A utilização da torta de mamona em alimentação animal, apesar de altamente proteica, necessita de um processo de detoxicação, já que ela possui altos teores de ricina, que é um poderoso veneno (Perrone et al., 1996). Outros resíduos de oleaginosas, como o farelo de babaçu, de algodão, de dendê e de soja podem ser utilizados na alimentação animal sem a necessidade de processamento prévio (Abdalla et al., 2008).

A suplementação dos rebanhos bovinos com estes coprodutos tem apresentado crescimento significativo, tendo em vista a necessidade pecuária de se tornar mais competitiva, tanto do ponto de vista zootécnico quanto econômico (Correia et al., 2016). Além dos benefícios nutricionais os coprodutos são ingredientes que contribuem para diminuição do impacto ambiental, que pode ser causado pelo armazenamento em locais inadequados (Oliveira et al., 2016). Assim, o uso de alternativas nutricionais, como tortas e óleos, pode aumentar a viabilidade econômica e eficiência de produção, em comparação com as fontes convencionais disponíveis, principalmente soja como principal ingrediente proteico e milho como principal ingrediente energético, para alimentação dos ruminantes (Bezerra et al., 2013).

A composição destes coprodutos varia em função da espécie, do cultivar da oleaginosa e do tipo de extração, sendo as tortas obtidas após extração mecânica do óleo das sementes e os farelos após a extração com solvente (Mendonça et al., 2015). Na extração por prensagem, o teor de óleo observado nas tortas varia entre 15 e 27% para grãos como algodão, girassol e nabo-forrageiro (Neiva Júnior, 2007; Van Cleef, 2008). Os farelos geram resíduos com teor de óleos inferior, com cerca de 1,5%, resultando em maior teor de proteína bruta.

Dessa forma, o principal objetivo deste material é relatar a utilização de co-produtos, subprodutos e resíduos e investigar se estes podem levar ao barateamento do custo de produção de ruminantes, com ênfase em bovinos, principalmente na utilização de suplementos fornecidos no período seco do ano.

DESENVOLVIMENTO

Utilização de coprodutos na suplementação de bovinos de corte/leite: consumo, digestibilidade e desempenho dos animais

Nos últimos anos muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de fornecer alternativas para alimentação dos rebanhos, tendo em vista a sazonalidade da produção de forragem e com isso o aumento dos custos com alimentação, sendo este um fator limitante na produção animal. Dessa forma, diversos coprodutos da agricultura têm apresentado potencial para utilização na alimentação de ruminantes, pois apresentam em sua composição nutrientes de fundamental importância para o desenvolvimento desses animais, bem como a capacidade de melhorar a qualidade de seus produtos (carne e leite).

Alguns pontos devem ser considerados quando estamos avaliando coprodutos da extração de óleo. Primeiro, dependendo do método de extração, o teor de óleo no coproduto pode ser bastante variável. Quanto à extração física, o coproduto vai apresentar um maior conteúdo de óleo e é classificado como torta. Quando o solvente é utilizado, a quantidade de óleo residual é muito baixa e o coproduto é considerado farelo. Se por um lado, a presença do óleo eleva o valor de energia das dietas e, na maioria das vezes, melhora o perfil da gordura presente nos produtos animais, por outro pode reduzir o consumo voluntário e a produção pela interferência na digestão da fibra por causar recobrimento e impedir o ataque direto dos microorganismos como também pela palatabilidade das dietas.

Outro fator importante refere-se ao fato de que, normalmente, a maior parte das oleaginosas é rica em proteína (Tabela 1). No entanto, sua presença em alta concentração não é suficiente para se afirmar que o alimento é uma boa fonte deste nutriente. É importante considerar que o método de extração do óleo pode ter uma importância vital sobre a disponibilidade da proteína.

A temperatura usada para aumentar a eficiência da extração do óleo pode “danificar” a proteína do alimento. Neste aspecto, a análise da proteína bruta ligada à fibra em detergente ácido (PIDA) é importante para estes alimentos por fornecer uma estimativa da extensão deste dano. Por fim, em alguns materiais a casca pode ser retirada e a amêndoa utilizada na extração do óleo gera um coproduto com baixo nível de fibra e, portanto, com maior valor de digestibilidade e energia. Todavia, alimentos em que o óleo está localizado

Tabela 1. Classificação dos coprodutos do biodiesel com potencial para alimentação de bovinos.

Co-produtos	Proteico (>20%PB)	Volumoso (>50%FDN)	Restrição de uso
Torta de dendê		X	Alto nível de fibra (FDA)
Farelo de girassol	X		Alto teor de FDA e lignina
Torta de algodão	X		Nível de gossypol
Farelo de algodão	X		Nível de gossypol
Farelo de babaçu		X	
Torta de babaçu		X	Alto nível de fibra (FDA)
Farelo de canola	X		Substâncias bociogênicas
Farelo de amendoim	X		Presença de aflatoxina
Torta de amendoim	X		Presença de aflatoxina
Casca de soja		X	Alto nível de fibra (FDA)
Casca de buriti	X	X	Alto teor de fibra (FDA)
Farelo de mamona	X		Presença de aflatoxina
Torta de mamona	X	X	Substâncias bociogênicas
Farelo de gergelim	X		
Torta de nabo	X		Alto teor de óleo

Fonte: Adaptado de Bomfim et al. (2009).

dentro de uma matriz fibrosa ou onde a casca não pode ser separada, a proporção de fibra pode ser tão alta quanto aquela observada para forrageiras, comprometendo, o valor nutritivo destes alimentos (BOMFIM *et al.*, 2009).

A avaliação da composição nutricional dos ingredientes de uma dieta para animais de produção é de fundamental importância para que estes se desenvolvam bem. A Tabela 2 apresenta a composição nutricional de coprodutos utilizados em algumas pesquisas.

No processo de produção do biodiesel, a reação de transesterificação do óleo vegetal reage com um álcool na presença de um catalisador (podendo ser ácido, básico ou biológico), resultando em um éster monoalquilado (biodiesel) e o seu principal subproduto é a glicerina (Plá, 2002). Em função da grande quantidade de glicerina bruta gerada no processo, houve aumento no interesse por causa de sua disponibilidade e potencial como ingrediente energético na alimentação de ruminantes (Van Cleef *et al.*, 2014), bem como o reduzido custo da fonte da energia da dieta, quando comparada as fontes tradicionais (Maciel *et al.*, 2016). Diversas pesquisas avaliando a inclusão/substituição do concentrado a base de milho e soja por coprodutos (tortas, farelos, óleos) na alimentação de bovinos de corte e leite, têm mostrado de modo geral, redução no consumo de MS e aumento no consumo de EE.

O licuri (*Syagrus coronata*) é oriundo de uma palmeira importante da região semiárida do nordeste do Brasil a qual apresenta grande potencial para uso alimentar, tanto humano quanto animal. A produção média anual em um hectare nativo de licuri é de 3000 kg de coco. Na nutrição de ruminantes, o licuri pode ser usado como óleo (Lima *et al.*, 2015) que é extraído pela prensagem em altas temperaturas e pressão (Costa *et al.*, 2016), ou torta, resultado desse processo.

A torta de dendê é um produto da extração de óleo do fruto da *Elaeis guineensis*, que é uma palmeira perene (Cruz *et al.*, 2018). Os resíduos do dendezeiro podem ser utilizados na alimentação animal devido sua composição química (Ferreira *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2013), principalmente na alimentação de bovinos de corte em terminação, nas quais são usadas proporções maiores de concentrado com a finalidade de aumentar o consumo de energia e a taxa de ganho de peso em menor de tempo (Santana Filho *et al.*, 2016; Visoná-Oliveira *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2016).

A palmeira de babaçu (*Orbignya ssp.*) é considerada o maior recurso de óleo nativo do mundo. A extração de amêndoas para a produção de óleo por pequenos produtores rurais proporciona boa quantidade de torta em áreas mais distantes dos centros urbanos (Araújo *et al.*, 2019). A utilização

destes produtos (óleo e torta) como ingredientes na composição de dietas para ruminantes se dá por serem capazes de atender aos requisitos nutricionais dos animais, além de apresentar potencial para mitigação de gases de efeito estufa (Abdalla Filho *et al.*, 2016). Em adição a isso, a flutuação dos preços, ao longo do ano, dos produtos 'tradicionais', como milho e farelo de soja, por exemplo, abre portas para esses alimentos alternativos (Araújo *et al.*, 2019). As informações nutricionais relativas à torta de babaçu permitem caracterizá-lo como um subproduto fibroso, mas com concentrações medianas de proteína e energia bruta (Farias *et al.* 2012).

O amendoim (*Arachis hypogaea*) é uma semente leguminosa de interesse econômico, devido seu alto teor de óleo, e por isso tornou-se uma alternativa entre as oleaginosas cultivadas para a produção de biodiesel (Correia *et al.*, 2016). A torta de amendoim (coprodutoda extração de óleo de semente) possui alto valor nutricional, em relação aos níveis de proteína (41 a 45%) e lipídios (8 a 9%) (Silva, *et al.*, 2015; Gonzaga Neto *et al.*, 2015), com composição química comparável ao farelo de soja (Silva, *et al.*, 2016).

As sementes de girassol também se destacam por conter óleos nobres com grande valor nutricional (Coelho *et al.*, 2012) que são abundantes em ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) e incluem principalmente ácido linoleico (C18:2 n-6) em seu perfil lipídico (Oliveira *et al.*, 2015), sendo este importante para a saúde humana.

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma cultura que se destaca pelo elevado teor de óleo de suas sementes, sendo, atualmente, estudada no Brasil visando à produção de biodiesel (Oliva, 2010). A torta de crambe (*Crambe abyssinica*), por ser um alimento concentrado proteico, pode substituir alimentos convencionais usados em dietas de confinamento, como o caroço de algodão e o farelo de soja (Mendonça *et al.*, 2015).

Mendonça *et al.* (2015) avaliando níveis de inclusão de torta de crambe na dieta de novilhos nelore, observaram aumento no consumo de EE, e efeito quadrático sobre o consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (CFDNcp), em que o maior valor foi observado na dieta controle e o menor, na dieta contendo 20% de torta de crambe na MS da dieta (Tabela 3). Correia *et al.* (2016) substituindo o farelo de soja pela torta de amendoim na dieta de touros jovens, observaram redução no CMS, que pode ter ocorrido pelo aumento dos níveis de EE, à medida que os níveis de substituição foram aumentados. Reduziram-se ainda a ingestão de PB, FDN, CNF e NDT. O consumo de EE aumentou linearmente com os níveis crescentes de torta de amendoim na

Tabela 2. Sumarização da composição química de coprodutos utilizados em dietas para bovinos (g/kg) em dietas experimentais.

Autor/Pesquisa	Coproduto	MS	PB	EE	FDN	FDA	CNF
Castro <i>et al.</i> (2015)	Óleo de Dendê	885	156	-	-	-	-
	Óleo de Oliva	882	154	-	-	-	-
	Óleo de Soja	888	146	-	-	-	-
Gonzaga neto <i>et al.</i> (2015)	Torta de Amendoim	958	445	81,2	143	123	282
	Torta de Dendê	967	131	112	696	401	46,0
	Torta de Girassol	972	243	58,0	338	272	305
Mendonça <i>et al.</i> (2015)	Torta de Crambe	925	242	191	253	-	-
Oliveira <i>et al.</i> 2015	Torta de Amendoim	895	408	95,6	134	109	297
Correia <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	948	444	147	176	155,5	179
Gouvêa <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	927	230	156	483	-	295
Maciel <i>et al.</i> (2016)	Glicerina	899	-	119	-	-	-
Dias <i>et al.</i> (2018)	Torta de Amendoim	909	447	185	118	70	155
Ferreira <i>et al.</i> (2017)	Torta de Licuri	932	214	127	374	226	133
Cruz <i>et al.</i> 2018	Torta de Dendê	935	124	186	559	421	104
Oliveira <i>et al.</i> (2019)	Torta de Girassol	890	249	162	318	232	210

Fonte: Elaboração própria.

dieta e este aumento foi atribuído às maiores concentrações de EE na torta de amendoim. Os valores de EE na dieta foram 1,96, 2,48, 3,00, e 3,55% para as substituições de 0, 33, 66 e 100%, respectivamente. No entanto, esses níveis de EE estão abaixo do limite máximo (entre 5 e 7% EE na MS) para dietas destinadas a ruminantes (Vasconcelos e Galyean, 2007).

Oliveira *et al.* (2016) também observaram aumento no consumo de EE, à medida que os níveis de torta de amendoim aumentaram na dieta de novilhos. A extração de óleo sem solvente faz com que o teor de lipídios da torta de amendoim seja maior que o do farelo de soja (Correia *et al.* 2015; Silva *et al.* 2015). Avaliando a inclusão da torta de dendê na dieta de touros Nelore, Cruz *et al.* (2018) verificaram que a ingestão de MS, PB e CNF diminuiu linearmente, ao passo que a ingestão de EE aumentou; a ingestão de FDN apresentou comportamento quadrático positivo, com inclusão máxima de 140 g/kg de torta de dendê na dieta dos animais (Tabela 3).

O aumento do consumo de EE ocorreu devido ao elevado teor desse componente nas tortas de crambe (19,1%), amendoim (14,7%), amendoim (9,6%), dendê (18,6%). A redução da ingestão de MS devido ao aumento da ingestão lipídica pode ser causada por mecanismos fisiológicos de saciedade, que não estão ligadas à redução da degradação ruminal da fibra (Choi e Palmquist, 1996; Allen, 2000). Castro *et al.* (2016) atribuiu ainda, a redução no CMS ao aumento no conteúdo de FDA (570 g/kg) e lignina em detergente ácido (LDA) (550 g/kg) das dietas, sendo uma tendência para redução na digestibilidade da MS e da PB.

Essas mudanças podem ter influenciado na disponibilidade de proteínas e energia em animais alimentados com torta de dendê (Gonzaga Neto *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2015). Além disso, com as reduções simultâneas na ingestão de CNF, associado aumento na ingestão de EE, é possível que haja uma redução de energia disponível no rúmen para a síntese de proteínas microbianas, uma vez que a gordura não é fonte de energia utilizada por microrganismos (Visoná-Oliveira *et al.*, 2015). Essa situação pode ocorrer com a substituição

de alimentos ricos em carboidratos não estruturais por coprodutos ricos em FDA e LDA, reduzindo assim a retenção de nitrogênio pelos microrganismos do rúmen para a síntese de proteína microbiana.

Em estudo realizado por Oliveira *et al.* (2016) com vacas em lactação sob pastejo e suplementados com farelo de soja, torta de amendoim, girassol e dendê, observaram redução linear no consumo de PB (15% menos) e CNF (33% menos) quando estas foram suplementadas com tortas de dendê (Tabela 4). Os autores justificaram esse comportamento pelo alto teor de EE (11,2%) e baixo teor de PB (13,1%) da torta de dendê em comparação com o farelo de soja e as tortas de girassol e amendoim.

A torta de licuri como suplemento para vacas em lactação também reduziu linearmente o consumo de CNF, como foi observado por Ferreira *et al.* (2017). Com a inclusão de altas fontes lipídicas na dieta de ruminantes ocorrem modificações na fermentação ruminal, em função das propriedades adsorptivas dos ácidos graxos insaturados, que, em grandes quantidades causam o recobrimento com coberturas hidrofóbicas as partículas de alimentos e/ou células bacterianas, reduzindo a ação microbiana e consequentemente a digestibilidade da fibra (Kozloski, 2009).

Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, EE, FDN e CNF e o NDT não foram afetados pelo nível de inclusão de torta de crambe na dieta (Mendonça *et al.*, 2015) (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com o consumo de matéria seca, que também não foi afetado pelos tratamentos. Os autores observaram que a medida que houve acréscimo de torta de crambe na dieta, houve tendência de redução do CMS e aumento da digestibilidade da MS dos nutrientes da dieta. Os coeficientes de digestibilidade correlacionam-se negativamente com o consumo, uma vez que, quanto maior o consumo de matéria seca, maior é a taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo dos ruminantes e uma maior taxa de passagem gera um menor tempo de exposição do alimento ingerido à ação dos microrganismos ruminais, das enzimas

Tabela 3. Sumarização de artigos publicados avaliando o efeito da suplementação com diferentes coprodutos sobre consumo de nutrientes em bovinos de corte.

Autor/Pesquisa	Co-produto	Nível	Consumo kg/dia					
			MS	EE	PB	FDN	CNF	NDT
Mendonça, B. P. C. <i>et al.</i> (2015)	Torta de Crambe	0	11	0,39	1,25	3,62	5,02	-
		5	9,4	0,32	1,06	2,99	4,42	-
		10	10,3	0,37	1,17	3,23	4,89	-
		15	9,2	0,38	1,06	3,03	4,24	-
		20	8,8	0,45	1,07	2,69	4,16	-
	Significância	ns	**	ns	***	ns	-	
Correia, B.R. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	0	10,58	0,2	1,63	3,78	4,2	6,05
		33	9,67	0,24	1,48	3,76	3,93	6,11
		66	9,15	0,28	1,45	3,34	3,83	5,64
		100	8,05	0,27	1,16	3,21	3,21	5,12
	Significância	*	**	*	*	*	*	
Oliveira, P.A. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	0	13,9	0,39	1,81	7,52	3,3	7,79
		25	13,7	0,42	1,78	7,41	3,24	7,88
		50	13,4	0,44	1,7	7,33	3,06	7,98
		75	13	0,47	1,66	7,09	2,94	7,31
		100	13,1	0,5	1,63	7,18	2,88	6,85
	Significância	ns	**	ns	ns	ns	ns	
Cruz, C.H. <i>et al.</i> (2018)	Torta de Dendê	0	10,2	0,27	1,29	2,21	4	-
		7	10,8	0,42	1,45	2,7	4,5	-
		14	9,1	0,4	1,17	2,5	2,9	-
	21	8,2	0,42	0,98	2,4	2,3	-	
Significância	*	****	*	****	*	-		

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4. Sumarização de artigos publicados avaliando o efeito da suplementação com diferentes coprodutos sobre consumo de nutrientes em bovinos de leite.

Autor/Pesquisa	Co-produto	Nível/ Tratamento	Consumo de nutrientes (kg/dia)					
			MS	EE	PB	FDN	CNF	NDT
Oliveira, R.L. <i>et al.</i> (2016)	Tortas de Amendoim, Girassol e Dendê	Farelo de soja x Tortas	14,4	0,19	1,48	8,78	3,32	-
		Amendoim	14,2	1,20	1,45	8,62	3,29	-
		Girassol	14,6	0,20	1,47	8,99	3,31	-
		Dendê	13,5	0,23	1,26	9,03	2,25	-
		Significância	ns	**	*	ns	*	
Maciel, R.P. <i>et al.</i> (2016)	Glicerina bruta	0	8,06	0,30	1,03	1,45	5,32	6,25
		8	9,05	0,32	1,22	1,64	5,87	6,98
		16	8,09	0,29	1,11	1,40	5,24	6,25
		24	7,39	0,27	1,02	1,27	4,72	5,78
		Significância	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dias, C.A.S. <i>et al.</i> (2018)	Torta de Amendoim	0	12,7	0,28	1,69	6,89	2,84	7,85
		11	11,7	0,32	1,54	6,19	2,68	6,98
		22	11,8	0,36	1,56	6,31	2,65	7,06
		33	11,2	0,40	1,49	5,91	2,25	6,42
		Significância	ns	**	ns	ns	ns	ns
Ferreira, A.C. <i>et al.</i> (2017)	Torta de Licuri	0	11,7	0,25	1,33	6,79	2,5	6,85
		20	12,1	0,29	1,34	7,26	2,33	6,96
		40	11,6	0,31	1,27	7,19	2,04	6,53
		60	11,5	0,34	1,24	7,31	1,81	6,21
		Significância	ns	**	ns	ns	*	ns
Araújo, R.A. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Babaçu	0	16,2	0,28	1,83	9,04	-	-
		2,5	16,0	0,28	1,82	9,25	-	-
		5	16,3	0,29	1,84	9,72	-	-
		Significância	ns	ns	ns	ns		

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.
 Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5. Sumarização de artigos publicados avaliando o efeito da suplementação com diferentes coprodutos sobre a digestibilidade de nutrientes por bovinos de corte.

Autor/Pesquisa	Co-produto	Nível/ Tratamento	Digestibilidade (%)					
			MS	EE	PB	FDN	CNF	NDT
Mendonça, B.P.C. <i>et al.</i> (2015)	Torta de Crambe	0	48,4	82,1	41,6	44,2	75,5	63
		5	52,0	83,1	42,1	49,1	76,7	65,6
		10	59,1	85,4	49,1	55,3	80,7	71,1
		15	63,1	89,7	56,5	60,2	83,1	75,7
		20	67,2	89,1	63,2	65,1	84,7	80,4
		Significância	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Correia, B.R. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	0	57,1	54	67,3	25,8	89,6	60,4
		33	59,6	66,8	70,6	40,5	81,4	63,5
		66	57,4	63,3	69,2	35,0	80,2	61,9
		100	59,1	67,1	67,2	39,4	83,3	63,8
		Significância	ns	**	ns	ns	ns	ns
Oliveira, R.L. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	0	54,6	69,9	64,3	51,3	64,9	55,2
		25	55,3	82,1	66,2	53,9	59,2	56,6
		50	57,5	83	66,1	54,6	66,6	59
		75	53,6	78,4	62,6	51,3	61,4	55,6
		100	50,5	75,1	61	49,9	49,4	52
		Significância	**	ns	ns	ns	ns	****
Cruz, C.H. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Dendê	0	65,8	70,1	67,3	61,8	74,1	
		7	62,1	71,9	64,4	67,1	65,8	
		14	61,4	82,3	63,7	61,3	66,7	
		21	60,1	85,4	61,3	63,3	61,8	
		Significância	ns	**	ns	**	**	

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.
 Fonte: Elaboração própria.

e das soluções ácidas e/ou alcalinas, proporcionando menor digestão e absorção de nutrientes (Silva, 1979).

Correia *et al.* (2016) e Cruz, *et al.* (2019), verificaram que a digestibilidade aparente total do EE aumentou com a inclusão das tortas (amendoim e dendê, respectivamente)

nas dietas (Tabela 5). O aumento da ingestão de EE promove menor perda endógena de compostos lipídicos, o que aumenta a digestibilidade aparente (Palmquist, 1991).

A substituição do farelo de soja pela torta de amendoim promoveu efeito quadrático na digestibilidade da MS (Oliveira

et al., 2016), com valor máximo calculado de 56,51% a um nível de substituição de 37,28%. No mesmo estudo, os nutrientes digestíveis totais também apresentaram efeito quadrático, com NDT máximo calculado de 58,1% no nível de 41,7% para a substituição do farelo de soja pela torta de amendoim no concentrado da dieta (Tabela 5). Os autores atribuíram esse nível máximo de digestibilidade da MS à proteína insolúvel em detergente neutro, proteína em detergente ácido no farelo de soja e na torta de amendoim.

A inclusão de óleo de girassol na dieta de vacas leiteiras promoveu efeito quadrático da digestibilidade da MS, MO e FDN (Shingfield *et al.*, 2008) (Tabela 6). Embora no nível mais alto de inclusão do óleo de girassol neste experimento tenha diminuído a digestão ruminal de FDNpd, a ingestão de MS não foi alterada, sem evidência de aumento na proporção de digestão de nutrientes que ocorre no intestino. Estudos anteriores também mostraram que os óleos vegetais ricos em 18:2n-6 não têm efeito adverso na ingestão de MS de dietas contendo proporcionalmente 0,6 g de forragem na MS quando incorporadas a taxas entre 37 e 60 g/kg na dieta na MS (Kalscheur *et al.*, 1997; Bell *et al.*, 2006).

Bateman e Jenkins (1998) observaram que a inclusão de óleo de soja até 8% na MS das dietas não diminuiu a digestibilidade do FDN. Esses autores sugeriram que a alta concentração de FDN digestível promoveu o rápido crescimento de bactérias celulolíticas, o que conseqüentemente aumentou a bioidrogenação da gordura na dieta. No entanto, os resultados de Bateman e Jenkins (1998) devem ser comparados com cautela, porque restringiram o CMS a 85% da ingestão *ad libitum*, que pode diminuir a digestibilidade de FDNpd, favorecendo sua digestão (Van Soest, 1994).

A inclusão de torta de crambe na dieta promoveu efeito linear negativo sobre o peso corporal dos animais (Mendonça *et al.*, 2015). De modo geral, verificou-se em todos os estudos apresentados, que o tratamento controle mostrou melhor desempenho entre os demais tratamentos, bem como maior CMS (Tabela 7). No entanto, Mendonça *et al.* (2015) observou que o tratamento com 20% de inclusão da torta de crambe apresentou a melhor eficiência alimentar, embora tenha sido o tratamento no qual foi encontrado o pior ganho de peso dos animais. Essa maior eficiência do tratamento com o maior nível de inclusão da torta em relação ao tratamento controle, foi justificada pelos maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes com o maior nível de inclusão deste ingrediente.

O ganho médio diário de peso (GMD) encontrado por Correia *et al.* (2015) (Tabela 7), foi justificado pela baixa taxa de ingestão de MS causada pelos níveis de torta de amendoim. Embora as dietas contivessem níveis semelhantes de proteína e energia, o maior teor lipídico da torta de amendoim afetou a ingestão e o GMD. Os níveis lipídicos mais altos podem ser favoráveis porque aumentam a densidade de energia, no entanto, o aumento da ingestão dessa fração pode reduzir a ingestão total de MS, conseqüentemente reduzindo a ingestão de PB, vitaminas e minerais, explicando a mudança no GMD.

Quando utilizou torta de dendê nas dietas, Cruz *et al.* (2019) observaram comportamento linear negativo no GMD e no peso final. Essas reduções no peso final (50 g/kg) e GMD (230 g/kg) foram resultado da redução da ingestão de MS (200 g/kg) e PB (250 g/kg). kg, com conseqüente menor suprimento destas frações, interferindo no desempenho. Os maiores níveis de inclusão de torta de dendê (140 ou 210 g/kg) se refletiram em ganhos mais baixos (1,05 e 1,06 kg, respectivamente), possivelmente porque a proteína da torta exibe menor disponibilidade de aminoácidos no rúmen e nenhuma disponibilidade de aminoácidos no intestino. A torta contém uma quantidade significativa de proteína na forma de PIDA, o que reduz a disponibilidade de aminoácidos no rúmen para absorção intestinal e influencia o desempenho dos animais (Van Soest, 1994).

Shingfield, *et al.* (2008) associaram o aumento linear na produção de leite e na secreção de lactose, a suplementação da dieta com óleo de girassol (Tabela 8). A suplementação com até 50 g/kg óleo de girassol não teve efeito sobre o rendimento de gordura do leite, corroborando com os achados anteriores em vacas alimentadas com dietas com alta forragem contendo 37 g/kg óleo de girassol de dieta (Kalscheur *et al.*, 1997). No geral, as respostas da gordura do leite ao óleo de girassol em vacas alimentadas com dietas à base de silagem de capim são consistentes com a visão de que alterações no metabolismo lipídico ruminal caracterizado como uma mudança para trans-10-18: 1 às custas de trans-11-18: 1 são um pré-requisito para a depressão da gordura do leite induzida pela dieta quando os óleos vegetais são utilizados na alimentação (Shingfield *et al.*, 2007).

A suplementação com óleo de licuri promoveu um aumento linear na produção diária de leite, no teor de gordura, proteína e sólidos totais (Tabela 8). Esses resultados ocorreram em função da maior ingestão de concentrado, estimulada com níveis crescentes de suplemento de óleo de licuri (Lima *et al.*,

Tabela 6. Sumarização de artigos publicados avaliando o efeito da suplementação com diferentes coprodutos sobre a digestibilidade de nutrientes por bovinos de leite.

Autor/Pesquisa	Co-produto	Nível/ Tratamento	Digestibilidade (%)				
			MS	MO	FDN	FDNpd	CNF
Shingfield, K. J. <i>et al.</i> (2008)	Óleo de Girassol	0	68,6	71,4	65	77,8	-
		25	69,3	72,2	65,8	79,4	-
		50	69,6	72,5	65,1	78,1	-
		75	68,4	71,1	62,1	75,2	-
		Significância	****	****	***	ns	
Girón, J.E.P. <i>et al.</i> (2016)	Óleo de milho e Dendê	Controle	59,9	62,6	57,2	-	-
		O. Milho	60,3	61,9	56,8	-	-
		O Milho + O. Dendê	59,1	62,6	54,1	-	-
		Significância	ns	ns	ns		
Rodrigues, J.P.P. <i>et al.</i> (2017)	Óleo de Soja	0	-	67,9	43,5	67,9	81,1
		1,57	-	62,5	39,9	62,5	81,5
		4,43	-	57,2	36,7	57,2	83,9
		7,34	-	44,4	28,1	44,4	83,8
		Significância		*	*	*	ns

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7. Sumarização de artigos publicados avaliando o efeito da suplementação com diferentes coprodutos sobre o desempenho bovinos de corte.

Autor/Pesquisa	Co-produto	Nível/ Tratamento	Desempenho		
			GMD	PF	EA
Mendonça, B.P.C. <i>et al.</i> (2015)	Torta de Crambe	0	1,71	489	0,153
		5	1,55	477	0,141
		10	1,51	472	0,148
		15	1,62	480	0,159
		20	1,42	464	0,184
		Significância	ns	ns	-
Castro, T. <i>et al.</i> (2016)	Óleos de Dendê, Oliva e Soja	Dendê	1,83	683	0,193
		Oliva	1,84	673	0,193
		Soja	1,84	689	0,195
		Significância	ns	ns	-
		0	1,41	510,1	0,134
Correia, B.R., <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	33	1,31	497	0,129
		66	1,28	477,6	0,133
		100	1,04	477,9	0,125
		Significância	*	ns	ns
		0	1,4	547	0,13
Cruz, C.H. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Dendê	7	1,3	537	0,12
		14	1,1	520	0,11
		21	1,1	524	0,13
		Significância	*	*	ns

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.

Fonte: Elaboração própria.

2011). Uma maior ingestão de concentrados provavelmente forneceu uma síntese aumentada de ácido propiônico, que é um precursor da glicose. A glicose, por sua vez, está relacionada à síntese da lactose, que é responsável pelo aumento do volume de leite produzido (Costa *et al.*, 2009). Segundo os autores, a ingestão das dietas contendo óleo de licuri pode ter aumentado a atividade do complexo enzimático da sintase de ácido graxo, pois esse óleo possui em sua composição 83,02% de ácidos graxos de cadeia curta e média, o que pode ter estimulado a atividade enzimática na glândula mamária.

Segundo Palmquist e Jenkins (1984), a síntese da gordura do leite por ruminantes pode ser aprimorada quando a fonte lipídica é composta principalmente por ácidos graxos de cadeia curta e um metabolismo médio que ocorre pelo aumento da atividade da sintase enzimática de ácido graxo. Os autores explicam ainda que, a maior concentração de proteínas no leite pode ter ocorrido pelo efeito de diluição do maior volume de leite produzido com a adição de óleo. No entanto, as causas da redução no teor de proteínas quando a adição consiste em lipídios ainda não estão totalmente estabelecidas. Os resultados observados nesta pesquisa indicam que o suplemento com lipídios pode reduzir a captação de aminoácidos devido à baixa resposta do tecido mamário à insulina (Kay *et al.*; 2006). Assim, a proposta mais aceitável para explicar a redução no teor de proteínas do leite com suplemento lipídico é a falta de resposta à insulina pela glândula mamária. O aumento da porcentagem de sólidos totais no leite mostra que, com o aumento do nível de óleo de licuri, o teor de gordura do leite também aumentou e, mesmo com a redução no teor de proteínas, influenciou positivamente a fração de leite sólido.

A adição de óleo de soja na dieta promoveu um efeito quadrático na produção de leite e reduziu a concentração e o rendimento de gordura do leite (Rodrigues *et al.*, 2017) (Tabela 8). Os efeitos da suplementação de óleos na depressão da gordura do leite foram amplamente descritos na literatura. No caso desse estudo, pode ser principalmente derivado do aumento do fluxo omasal do CLA trans-10, cis-12 do rúmen. A diminuição da proteína do leite, na dieta com médio teor

de óleo de soja está provavelmente associado à diminuição do fluxo de PB no omaso.

Dias *et al.* (2018) não observaram diferença na produção de leite e a produção de leite corrigida quando a torta de amendoim foi incluída na dieta (Tabela 7). Os níveis de torta de amendoim também não influenciaram no conteúdo de proteína, gordura, lactose e sólidos totais do leite. De acordo com Gonzaga Neto *et al.* (2015), a produção de leite é estimulada pela ingestão de MS, NDT e PB e inibida pelo FDN da dieta.

Os valores da produção de leite encontrados por Dias *et al.* (2018), também foram associados ao menor grau de especialização no rebanho experimental devido ao seu baixo potencial genético.

Vacas que tiveram o milho substituído pela torta de babaçu produziram menos leite por unidade de consumo de alimentos. Essa redução foi explicada pela influência da qualidade nutricional do babaçu, que possui valor reduzido de CNF quando comparado ao milho, além da baixa digestibilidade da FDN (Araújo *et al.*, 2019).

A substituição parcial do milho moído e farelo de soja pela torta de licuri na dieta de vacas mestiças Holandês × Gir, também não afetou a produção do leite, proteína, lactose e sólidos totais do leite. No entanto, a maior ingestão de EE em função da inclusão de torta de licuri contribuiu para que a quantidade de gordura do leite aumentasse (Ferreira *et al.*, 2017) (Tabela 7). Estudos têm mostrado que o leite produzido por vacas em pastejo suplementadas com subprodutos da produção de biodiesel mantém os padrões de qualidade exigidos pelo mercado (Lima *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2016). Isso é importante porque o conteúdo sólido total do leite é essencial para a indústria de laticínios.

Efeito da utilização de diferentes coprodutos sobre qualidade da carne e composição do perfil de ácidos graxos

Trabalhos realizados por Santana Filho *et al.* (2016), Correia *et al.* (2016) e Gouvêa *et al.* (2017), Oliveira *et al.* (2019) os quais avaliaram a inclusão de tortas (dendê,

Tabela 8. Sumarização de artigos publicados avaliando o efeito da suplementação com diferentes coprodutos na produção e composição química do leite.

Autor/Pesquisa	Co-produto	Nível/ Tratamento	Produção e composição do leite em vacas				
			Produção kg/dia	Gordura g/d	Proteína g/d	Lactose g/d	Sólidos Totais g/d
Shingfield, K. J. <i>et al.</i> (2008)	Óleo de Girassol	0	16,8	818	562	818	-
		25	17,0	844	563	830	-
		50	17,4	857	550	853	-
		75	18,8	856	586	924	-
		Significância	**	ns	ns	**	-
Lima, L.S. <i>et al.</i> (2011)	Óleo de Licuri	0	8,36	323,63	320,81	-	980
		1,5	8,91	346,02	339,26	-	1060
		3,0	9,06	353,19	334,66	-	1090
		4,5	9,07	371,38	326,83	-	1100
		Significância	**	**	**	-	LP
Girón, J.E.P. <i>et al.</i> (2016)	Óleo de milho e Dendê	Controle	21.4	670	660	-	231
		O. Milho	23.6	810	750	-	278
		O Milho + Dendê	23.9	820	740	-	276
		Significância	*	*	ns	-	*
		0	22,7	870	740	1040	-
Rodrigues, J.P.P. <i>et al.</i> (2016)	Óleo de Soja	1,57	22,1	880	690	1010	-
		4,43	22,6	750	680	1003	-
		7,34	17,9	610	590	790	-
		Significância	***	*	*	***	-
		F. de soja	8,10	285	326	473	1181
Oliveira, R.L. <i>et al.</i> (2016)	Tortas de Amendoim, Girassol, e Dendê	Amendoim	8,33	266	317	478	1159
		Girassol	8,04	265	324	477	1165
		Dendê	7,73	281	316	473	1169
		Significância	ns	ns	ns	ns	ns
		0	14,6	282	301	469	1150
Dias, C.A.S. <i>et al.</i> (2018)	Torta de Amendoim	11	14,5	281	299	470	1150
		22	14,2	331	295	467	1190
		33	14,3	301	297	466	1160
		Significância	ns	ns	ns	ns	ns
		0	10,7	222	311	463	869
Ferreira, A.C. <i>et al.</i> (2017)	Torta de Licuri	20	10,0	231	311	463	868
		40	10,1	238	311	464	868
		60	9,60	277	309	462	867
		Significância	ns	ns	ns	ns	ns
		0	12,9	330	270	440	-
Araújo, R.A. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Babaçu	2,5	13,0	320	290	440	-
		5,0	11,9	370	290	430	-
		Significância	*	ns	**	ns	-

ns=não significativo;*=linear negativa/efeito;**=linear positiva;***=quadrática negativa;****=quadrática positiva.

Fonte: Elaboração própria.

amendoim, licuri e girassol, respectivamente) na dieta de bovinos, não verificaram diferença no pH final da carne e nas perdas por cocção (Tabela 9).

O pH da carne de ruminantes é influenciado pela ingestão de concentrados na dieta, particularmente incluindo carboidratos não fibrosos (CNF), porque essa fração aumenta a produção de propionato no rúmen, que é o principal precursor do glicogênio no sangue hepático via gliconeogênese (Priolo *et al.*, 2002).

A força de cisalhamento, a perda de peso por cocção, capacidade de retenção de água e pH não foram afetados, confirmando o potencial de substituição do farelo de soja pela torta de amendoim (Correia *et al.*, 2016). A força de cisalhamento de produtos alimentícios é um parâmetro para avaliar a qualidade da carne bovina durante e após o cozimento, sobretudo a maciez. Os resultados encontrados por Santana Filho *et al.* (2016) e Correia *et al.* (2016) avaliando as tortas de dendê e amendoim foram semelhantes entre as dietas, o que indica que a suplementação não afetou

a sensibilidade do músculo *longissimus*. O valor médio encontrado por Correia *et al.* (2016), 2,85 kgf/cm², é típico da carne tenra, enquanto valores acima de 5,00 kgf/cm², como o encontrado por Santana Filho *et al.* (2016), 6,27 kgf/cm², são típicos da carne dura.

Santana Filho *et al.* (2016) e Correia *et al.* (2016), não observaram efeito da inclusão das tortas de dendê e amendoim, respectivamente, na capacidade de retenção de água. Esse tipo de efeito está associado principalmente à decomposição acelerada do glicogênio pós-abate, levando a um declínio no pH da carne, enquanto a temperatura muscular permanece próxima ao estado fisiológico (>38 °C), resultando em um processo de desnaturação da proteína que compromete as propriedades funcionais da carne (Maganhini *et al.*, 2007).

Oliveira *et al.* (2019), observou aumento linear em 3,1% na CRA, após a inclusão da torta de girassol. A CRA e a PPC estão relacionadas ao rendimento e maciez da carne após o cozimento. Nesse sentido, inclusão da torta de girassol pode aumentar o rendimento da carne, melhorando o CRA em 3,2%.

Tabela 9. Sumarização de artigos apresentando a composição físico-química do músculo *longíssimus* oriundo de bovinos suplementados com dietas contendo diferentes co-produtos.

Autor	Co-produto	Nível/ Tratamento	Composição Físico-química							
			pH	FC kgf/cm	PPC g/100	CRA %	Umíd g/kg	Min g/kg	Prote g/kg	Lipid g/kg
Santana Filho, N.B. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Dendê	0	-	6,4	32,7	71,9	770,7	11,8	224,6	76,3
		7	-	6,2	32,9	69	695,6	11,8	214	88,4
		14	-	6,2	35,6	69,4	703,5	11,8	230,8	70,5
		21	-	6,3	34,2	70,1	688,2	11,9	233	73,4
				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Correia, B.R. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	0	5,2	3,1	35,2	55	732,8	11,6	240,6	54,6
		33	5,2	2,8	37,2	50	721,9	11	231,7	39,3
		66	5,2	2,8	38	52	738,4	10,6	241,2	45,7
		100	5,2	2,7	36,3	52	741,1	10,9	232,9	50,6
			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Gouvêa, A.A.L. <i>et al.</i> (2017)	Torta de Licuri	0	5,9	4	32,8	-	735	10	201	72
		7	5,7	4,8	34,4	-	727	11	201	72
		14	5,9	4,3	34,4	-	744	11	202	71
		21	5,8	4,5	35,8	-	753	11	202	70
			ns	****	ns	**	ns	ns	ns	ns
Oliveira, V.S. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Girassol	0		2,4	28,6	92,2	716	4	243	37,4
		9		2,7	27	96,1	703	3,5	251	42,1
		18		2,8	31	94,4	700	3,4	253	42,9
		27		2,2	27,4	95,3	700	3,4	249	49,1
				****	ns	**	ns	*	**	**

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.

Fonte: Elaboração própria.

Os valores médios de umidade observados por Correia *et al.* (2016), foram 72,19, 73,28, 73,84 e 74,11%, estando dentro da faixa de valores relatados na literatura (Gouvêa *et al.*, 2017).

No estudo realizado por Santana Filho *et al.* (2016), o teor de umidade apresentou baixa correlação com o teor de EE, o que implica equivalência entre a perda líquida de descongelamento e o teor de gordura intramuscular. Nesse contexto, a chance de obter carne com um nível adequado de umidade para ser considerado suculento seria alta. No entanto, o sabor do mesmo produto também pode estar intimamente relacionado ao seu teor de gordura de marmoreio.

A quantidade de gordura depositada no músculo, geralmente resulta do equilíbrio entre a energia ingerida e gasta pelo animal (Oliveira *et al.*, 2011). Portanto, a densidade de energia nas dietas, incluindo a torta de dendê, não foi suficiente para aumentar a deposição de gordura no músculo, provavelmente devido a uma redução linear na ingestão de MS à medida que a proporção de torta de dendê foi aumentada (Santana Filho *et al.*, 2016).

Já Oliveira *et al.* (2019), avaliando o efeito da inclusão da torta girassol sobre a composição química do músculo *longíssimus*, revelou uma diminuição linear na umidade e cinzas e um aumento linear na gordura e proteína. O teor de proteína da carne aumentou 3,9%, lipídios aumentou 22,2%, e o menor teor de umidade (69,9%) foi observado com a inclusão de 20,9% de torta de girassol.

O teor de proteínas e cinzas da carne bovina não apresenta grandes variações, e os valores médios observados por Oliveira *et al.* (2019), (de 24,9 e 0,36 para o teor de proteínas e cinzas, respectivamente) estão de acordo com os relatados na literatura em estudos com subprodutos do biodiesel (Silva *et al.*, 2014; Santana Filho *et al.*, 2016).

Na Tabela 10, estão descritos algumas pesquisas referentes aos ácidos graxos da carne de bovinos. No trabalho de Correia *et al.* (2016), os ácidos graxos C14:0 (mirístico) e C16:0 (palmítico), diminuíram linearmente com a inclusão da torta de amendoim. Esses AGs são considerados

hipercolesterolêmicos porque são responsáveis pelo aumento da quantidade de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), que causam doenças cardíacas coronarianas (Ito *et al.*, 2012).

Por outro lado, foi observado um comportamento linear positivo com a adição de torta de amendoim ao concentrado para ácido docosapentaenóico (DPA) e n-3. No mesmo estudo, a adição de torta de amendoim (100%), o teor de ácidos graxos do músculo *longíssimus dorsi* de touros jovens apresentou uma relação quadrática positiva em relação aos ácidos graxos poliinsaturados C18:2 n-6c, C18:3 n-6c (PUFAs), o grupo CLA e n-6, bem como as proporções de n3: n6. Os níveis de PUFAs totais e os dos ácidos graxos C18:2 n-6c (linoleico), C18:3 n-6c (γ -linolênico) e C22: 5 (docosapentaenóico), que juntos representam 95,32% do total de PUFAs, também foram influenciados pelas dietas. (Correia *et al.*, 2016).

Oliveira *et al.* (2019) observaram efeito linear positivo nas concentrações do ácido graxo saturado C18:0; C18:2n-6, Σ n-6 e Σ n-6: Σ n-3; a atividade enzimática da elongase e o índice hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico (h:H) no músculo *longíssimus dorsi*, dos touros jovens com a inclusão da torta de girassol na dieta. No entanto, as concentrações de C16:1 e C18:1trans-11; e Σ n-3; e a atividade enzimática da Δ -9 dessaturase C:16 reduziu linearmente com a inclusão da torta de girassol na dieta.

A inclusão de torta de girassol nas dietas promoveu ainda aumento do conteúdo de AGS e AGPI. O aumento do AGS pode estar associado a um aumento da concentração lipídica total na carne, que é atribuível ao conteúdo de C18:0 da torta de girassol em comparação com os outros ingredientes da dieta controle. Entre os ácidos graxos saturados o C18:0 (esteárico) foi o que mais aumentou com a inclusão de torta de girassol, devido ao maior teor de C18:0 na torta de girassol em comparação aos outros ingredientes da dieta.

A concentração reduzida de C16:1 e C18:1 pode ser explicada pelo aumento da atividade da enzima elongase e pela redução na Δ 9-dessaturase C16, porque a enzima Δ 9-dessaturase C16 é responsável pela dessaturação de C16:0 para C16:1, enquanto a elongase converte ácido palmítico em

ácido palmítico e oleico (Fiorentini *et al.*, 2015). As sementes de girassol, uma importante fonte de biodiesel, são ricas em ácido linoléico e sua inclusão nas dietas de touros jovens causou um aumento de C18:2 n-6 na dieta e, conseqüentemente, um aumento de C18:2 n-6 no músculo tecidos de touros (Oliveira *et al.*, 2016); isso é interessante porque o ácido linoléico é considerado um ácido graxo essencial para os seres humanos. No entanto, o C20:5 n-3 (ácido eicosapentaenóico, EPA) foi reduzido pela inclusão. Notavelmente, o PUFA do conteúdo

$\Sigma n-3$, em particular, foi reduzido; sua maior concentração caracteriza os produtos à base de carne como sendo mais saudáveis e sua ingestão pode reduzir substancialmente os níveis séricos de triglicerídeos (Gilmore *et al.*, 2011). Os valores $\Sigma n-6:\Sigma n-3$ aumentaram.

O índice de aterogenicidade (IA), que mostra o potencial de estimulação da agregação plaquetária; ou seja, quanto mais baixos os valores de IA, maior a quantidade de índice de aterogenicidade presente em um determinado óleo/gordura e,

Tabela 10. Sumarização de artigos apresentando a composição do perfil de ácidos graxos do músculo *longísimus* oriundo de bovinos suplementados com dietas contendo diferentes coprodutos.

Autor/Pesquisa	Co-produto	AG (g/100 Fame)	Tratamentos/co-produtos/níveis				
			Dendê	Oliva	Soja		
Castro, T. <i>et al.</i> (2016)	Óleos	C14:0	2,33	2,55	1,90	ns	
		C16:0	24,2	22,5	20,5	*	
		C18:0	17,0	17,5	18,9	ns	
		C16:1	3,02	2,54	1,86	*	
		C18:1 <i>trans</i> 11	3,27	6,20	4,57	*	
		C18:1 <i>cis</i> 9	29,6	31,8	23,5	*	
		C18:2 n-6	10,9	9,42	18,1	*	
		C18:3 n-6	-	-	-		
		C18:3 n-3	0,37	0,28	0,49	*	
		CLA	0,19	0,28	0,21	*	
		DHA	0,052	0,005	0,054	*	
		EPA	0,25	0,11	0,26	*	
		n-6	14,6	11,8	22,5	*	
		n-3	1,28	0,71	1,52	*	
		n6:n3	11,9	16,6	15,1	*	
Correia, B.R. <i>et al.</i> (2016)	Torta de Amendoim	AG (g/100 Fame)	0	33	66	100	
		C14:0	2,80	2,89	1,95	1,81	*
		C16:0	25,5	25,4	24,2	22,5	*
		C18:0	16,6	16,2	22,5	19,2	ns
		C16:1	2,27	1,80	2,05	1,62	ns
		C18:1 <i>trans</i> 11	0,72	0,81	0,92	0,93	ns
		C18:1 <i>cis</i> 9	36,7	38,9	38,1	36,1	ns
		C18:2 n-6	4,92	3,66	4,10	5,89	***
		C18:3 n-6	0,47	0,39	0,30	0,52	***
		C18:3 n-3	0,09	0,2	0,13	0,15	ns
		CLA	5,05	3,81	4,2	6,09	ns
		DHA	0,06	0,04	0,07	0,07	ns
		EPA	0,64	0,49	0,63	0,93	***
		n-6	1,82	1,31	1,43	2,32	***
		n-3	0,76	0,73	0,81	1,60	***
n6:n3	2,39	1,72	1,74	2,00	***		
Oliveira, V.S. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Girassol	AG (g/100 Fame)	0	9	18	27	
		C14:0	4,14	3,71	4,10	4,22	ns
		C16:0	22,9	21,1	22,1	21,4	ns
		C18:0	15,8	19,7	17,6	21,4	**
		C16:1	7,98	5,81	6,33	5,49	*
		C18:1 <i>trans</i> 11	1,98	2,00	1,83	1,57	*
		C18:1 <i>cis</i> 9	35,1	35,5	34,1	32,9	ns
		C18:2 n-6	2,00	2,48	3,89	3,83	****
		C18:3 n-6	-	-	-	-	
		C18:3 n-3	1,04	0,79	1,00	0,99	***
		CLA	0,70	0,73	0,82	0,59	****
		DHA	-	-	-	-	
		EPA	-	-	-	-	
		n-6	3,95	4,41	5,77	5,41	****
		n-3	1,80	1,4	1,45	1,39	***
n6:n3	2,19	3,16	3,98	3,89	**		
AGD	67,5	69,8	68,1	68,9	ns		
IA	0,78	0,73	0,78	0,82	ns		

ns= não significativo; *= linear negativa; **= linear positiva; ***= quadrática negativa; ****= quadrática positiva.

Fonte: Elaboração própria.

portanto, quanto maior a potencial prevenção do aparecimento de doenças coronárias (Arruda *et al.*, 2012; Scollan *et al.*, 2014). No presente estudo, nenhum efeito foi observado entre os tratamentos e a IA média aumentou de 0,78 para 0,82, valor inferior aos valores descritos por Ulbricht e Southgate (1991) para carne de touro (1,00).

Eficiência econômica da utilização de coprodutos como alternativa alimentar na produção de bovinos

A utilização de coprodutos na alimentação animal deve-se a dificuldade na produção em certas épocas do ano, em função da baixa qualidade das pastagens e altos preços dos alimentos tradicionais na entressafra. Com o advento da produção de biodiesel, surgiram diversos materiais passíveis de utilização na alimentação animal, por apresentarem qualidade nutricional, disponibilidade e menor custo em relação aos alimentos tradicionais como soja e milho. A economia da produção animal está intimamente associada à eficiência biológica da criação. Melhorar a eficiência alimentar dos rebanhos bovinos oferece uma oportunidade de reduzir os efeitos negativos da produção pecuária, por meio de menores perdas de nutrientes o que pode levar a uma melhor rentabilidade da produção. Essa rentabilidade pode ser medida pela eficiência econômica, que geralmente é indicada pela relação lucro/custo.

Observa-se (Tabela 11), qual a maioria das pesquisas optam em indicar o uso dos coprodutos em quantidades intermediárias (20% na sua maioria), pois nestas quantidades, quando os coprodutos não melhoram a produção não interferem e os autores veem então uma vantagem econômica, pois quase que na sua totalidade estão substituindo milho, soja ou milho e soja, componentes bastante onerosos das dietas.

A substituição do farelo de soja pela torta de amendoim pode ser feita em até 400 g/kg na dieta de bovinos de corte

(Oliveira *et al.*, 2016) e 1000 g/kg na dieta de bovinos de leite (Dias *et al.*, 2017; Cerutti *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016). Porém, Correia *et al.* (2016) não recomendam a torta de amendoim na dieta de bovinos de corte por não promover mudanças significativas nas características de carcaça ou qualidade da carne, embora modifique o perfil de ácidos graxos, como benefício aumento nos níveis de ácidos graxos poliinsaturados. Outras tortas como girassol, licuri e crambe são recomendadas em até 210 g/kg, 200 g/kg e 210 g/kg respectivamente para substituir o farelo de soja ou serem incluídas na dieta de bovinos de corte (Oliveira *et al.*; 2019; Gouvêa *et al.*; 2016; Mendonça *et al.*, 2015). Na dieta de bovinos leiteiros as tortas de babaçu, licuri e girassol podem ser usadas em até 250 g/kg, 400 g/kg e 1000 g/kg para substituir o milho, farelo de soja e milho e farelo de soja respectivamente (Araújo *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2016). Em relação a torta de dendê Santana Filho *et al.* (2015) recomendam a inclusão em até 210 g/kg, em contrapartida, Cruz *et al.* (2019) não recomendam a inclusão acima de 70 g/kg na dieta de bovinos de corte. Em bovinos leiteiros Oliveira *et al.* (2016) recomendam utilizar a torta de dendê para substituir o farelo de soja e Oliveira *et al.* (2015) afirmam que pode ser incluída em até 750 g/kg na MS do concentrado.

Na produção de leite, observa-se (Tabela 12) que a recomendação também é feita na maioria dos trabalhos, porém em níveis mais elevados, chegando até a recomendação total substituindo principalmente milho, soja ou milho e soja. Entretanto, os óleos por sua composição tem sua recomendação mais restrita tanto em quantidade quanto em qualidade.

Rodrigues *et al.* (2017) não recomendam a inclusão de óleo de soja em substituição ao milho e soja acima de 15,7 g/kg na MS da dieta de vacas leiteiras, pois os níveis de

Tabela 11. Sumarização da recomendação do uso dos coprodutos nos artigos analisando a alimentação de bovinos de corte.

Co-produto	Recomendação	Referência
Dendê	A inclusão acima de 70 g/kg não é recomendada na dieta.	Cruz <i>et al.</i> (2019)
Girassol	Pode ser incluída em até 21% na MS total da dieta	Oliveira <i>et al.</i> (2019)
Amendoim	A substituição em até 100% do farelo de soja não promove mudanças	Correia <i>et al.</i> (2016)
Torta	Amendoim Não deve ser usada para substituir o farelo de soja.	Correia <i>et al.</i> (2016)
Amendoim	É recomendado substituir em até 40% o farelo de soja	Oliveira <i>et al.</i> (2016)
Licuri	Pode ser incluída em até 21% na dieta	Gouvêa <i>et al.</i> (2016)
Crambe	Pode ser incluída em até 20% na MS da dieta	Mendonça <i>et al.</i> (2015)
Dendê	Pode ser incluída em até 21% na dieta	Santana Filho <i>et al.</i> (2015)
Glicerina bruta	Pode ser incluída no concentrado em até 240 g/kg	Maciel <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12. Sumarização da recomendação do uso dos coprodutos nos artigos analisando a alimentação de bovinos de leite.

Co-produto	Recomendação	Referência
Babaçu	Pode substituir em 25% o milho moído na dieta	Araújo <i>et al.</i> (2019)
Amendoim	O farelo de soja pode ser substituído pela torta de amendoim.	Dias <i>et al.</i> (2017)
Licuri	É indicada o uso em até 400 g/kg em substituição ao milho e o farelo de soja.	Ferreira <i>et al.</i> (2017)
Torta	Amendoim Pode substituir em 100% o farelo de soja.	Cerutti <i>et al.</i> (2016)
Amendoim x Girassol x Dendê	A torta de girassol é mais recomendada a utilizar para substituir o farelo de soja.	Oliveira <i>et al.</i> (2016)
Dendê	Pode ser incluída em até 75% na MS do concentrado.	Oliveira <i>et al.</i> (2015)
Soja	A suplementação de 1,57% na MS do concentrado é segura.	Rodrigues <i>et al.</i> (2017)
Óleo	Milho x Dendê A inclusão de óleo na dieta deve ser aumentada.	Girón <i>et al.</i> (2016)
Licuri	Pode ser incluída em até 4,5% na MS do concentrado	Lima <i>et al.</i> (2011)
Girassol	É indicado o uso na dieta.	Shingfield <i>et al.</i> (2008)

Fonte: Elaboração própria.

inclusão de 44,3 a 73,4 g/kg promoveram redução na IMS, eficiência alimentar, digestibilidade das fibras e fermentação ruminal.

É comum que a recomendação ocorra por fatores qualitativos, pois os óleos vegetais, na sua grande maioria possui uma composição de ácidos graxos desejáveis, o que melhora a qualidade lipídica tanto da carne quanto do leite. Além disso, a inclusão dos óleos de milho e dendê aumenta a produção e composição de ácidos graxos do leite de vacas em pastejo. Dessa forma, Giron et al. (2016) sugeriram o aumento da inclusão destes óleos na dieta para atingir níveis adequados de ácido linoléico conjugado 18:t11 e 18:2c9 t11 (terapêutico e preventivo) no leite. Lima et al. (2011) recomendaram a inclusão de 45 g/kg de óleo de licuri na dieta de vacas em pastejo, pois promoveu aumentos nas porcentagens de gordura e sólidos totais do leite. No entanto, a adição do óleo de licuri no concentrado da dieta tem efeitos indesejáveis no perfil de ácidos graxos do leite, aumentando a concentração de ácidos graxos saturados e o índice de aterogenicidade, o que pode estar relacionado ao aumento do risco de doença cardíaca coronariana em humanos.

Ao calcular a viabilidade econômica da inclusão de torta de crambe em dietas de bovinos da raça Nelore, Mendonça et al. (2015), notaram que a melhor eficiência econômica foi no nível de 20 % de inclusão na MS da dieta (Tabela 13). Esses resultados podem ser associados não só à inclusão de torta de crambe, como a outros ingredientes da dieta (subprodutos) que são de menor custo de aquisição, levando à maior eficiência econômica entre os estudos avaliados. No estudo de Correia et al. (2016) que avaliaram a substituição do farelo de soja por torta de amendoim na dieta de bovinos, o maior nível de substituição na MS da dieta foi o que obteve a melhor eficiência econômica. No entanto, os autores não recomendam o uso da torta de amendoim para substituir o farelo de soja nas dietas de novilhos terminados em confinamento, pois a substituição reduz a ingestão de várias frações nutricionais e diminui o desempenho.

Já para o estudo de Cruz et al. (2019) avaliando a inclusão de torta de dendê com uma diminuição concomitante de soja e milho moído, o melhor resultado foi no nível de inclusão de 21 % de torta de dendê na MS total da dieta. Estes autores não recomendam o uso de torta de dendê acima de 7% em dietas para bovinos em terminação, pois seria necessário um período mais longo para que os touros atinjam seu peso de abate. Ferreira et al. (2017) indicaram a torta de licuri para uso em suplementos concentrados em concentrações de até 40% na MS para vacas leiteiras

com produção média de 10 kg/dia, pois proporciona um lucro adicional por animal/dia e aumenta a gordura do leite sem comprometer a produção; além disso, não afeta o desempenho, comportamentos alimentares, parâmetros fisiológicos ou respostas metabólicas das vacas.

A decisão de usar torta de dendê acima de 7% deveria levar em consideração a lucratividade decorrente do seu uso, reduzindo a quantidade de ingredientes mais caros nas dietas (milho e soja), aliado ao tempo necessário para que o animal atinja o ponto de abate tempo. Portanto, a utilização estratégica da torta de dendê associada a outros concentrados de ração pode ser útil para a obtenção de animais com qualidade de carcaça semelhante. No entanto, o uso deste ingrediente dependerá do período de colheita, durante o qual haverá uma redução no custo de compra da torta.

Os resultados da análise econômica do uso de coprodutos na alimentação de bovinos de corte ressaltaram a importância da alimentação suplementar, no fornecimento de nutrientes necessários que promovem o crescimento e o desempenho dos animais.

Os resultados da eficiência econômica para vacas leiteiras são apresentados na Tabela 14. Dias et al. (2018) recomendam que, em suplementos concentrados para vacas em lactação, o farelo de soja pode ser substituído por torta de amendoim, porque isso não altera a ingestão de matéria seca, a produção ou a composição do leite, e reduz o custo da alimentação além de aumentar as margens de lucro dos produtores.

A utilização de óleos na alimentação de ruminantes, tem se mostrado economicamente inviável devido a seu alto custo no mercado. Ao analisar a eficiência econômica do estudo de Rodrigues et al. (2017) avaliando a suplementação de óleo de soja na dieta de vacas leiteiras o melhor resultado foi quando não se incluía o óleo soja na dieta. Neste estudo, os autores concluíram que a suplementação com óleo de soja em 1,57% na MS da dieta provou ser uma concentração segura para vacas leiteiras alimentadas com dietas de alto concentrado com cana como única forragem.

A inclusão de óleo de soja nas concentrações de 4,43 a 7,34% na MS da dieta diminuiu o CMS, digestibilidade da fibra e a fermentação ruminal. Nenhuma das concentrações de óleo de soja avaliadas aumentou o consumo de energia e a produção de leite, nem melhorou a eficiência econômica das vacas leiteiras. As oportunidades para o aproveitamento dos resíduos e coprodutos da produção do biodiesel são diversas. Para os resíduos sólidos da extração do óleo vegetal das sementes de oleaginosas a opção de uso na alimentação animal

Tabela 13. Viabilidade econômica de coprodutos testados em pesquisas na alimentação de bovinos de corte.

Autor	Co-produto	Nível	Viabilidade econômica da produção de carne		
			Custo de alimentação / kg de peso vivo (R\$)	Ganho / kg de peso vivo (R\$)	Eficiência econômica
Mendonça, B.P.C. et al. (2015)	Torta de Crambe	0	4,75	5,91	1,24
		5	5,12	5,55	1,08
		10	4,86	5,81	1,19
		15	4,55	6,12	1,34
		20	3,88	6,79	1,75
Correia, B.R. et al. (2016)	Torta de Amendoim	0	8,72	1,95	0,22
		33	8,29	2,38	0,29
		66	7,75	2,92	0,38
		100	8,09	2,58	0,32
Cruz, C.H. et al. (2019)	Torta de Dendê	0	8,59	2,08	0,24
		7	9,53	1,14	0,12
		14	9,22	1,45	0,16
		21	8,06	2,61	0,32

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 14. Viabilidade econômica de coprodutos testados em na dieta em pesquisas com vacas leiteiras.

Autor/ Pesquisa	Co-produto	Nível	Viabilidade econômica da produção de carne de leite		
			Custo de alimentação / kg de peso vivo (R\$)	Ganho / kg de leite (R\$)	Eficiência econômica
Mendonça, B.P.C. <i>et al.</i> (2015)	Torta de Amendoim	0,0	0,22	0,98	4,45
		11	0,21	0,99	4,71
		22	0,19	1,01	5,32
		33	0,17	1,03	6,05
Ferreira, A.C. <i>et al.</i> (2017)	Torta de Licuri	0,0	0,30	0,90	3,00
		20	0,30	0,90	3,00
		40	0,27	0,93	3,44
		60	0,26	0,94	3,61
Araújo, R.A. <i>et al.</i> (2019)	Torta de Babaçu	0,0	0,94	0,26	0,28
		2,5	0,90	0,30	0,33
		5,0	0,95	0,25	0,26
		0,0	0,82	0,38	0,46
Rodrigues, J.P.P. <i>et al.</i> (2017)	Óleo de Soja	1,57	0,84	0,36	0,43
		4,43	0,88	0,32	0,36
		7,34	0,90	0,30	0,33

Fonte: Elaboração própria.

é a mais barata e fácil, pois não necessita de nenhum tipo de processamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os co-produtos, subprodutos e resíduos da indústria do biodiesel com uso potencial na alimentação de bovinos são muitos e variados. A região Nordeste do Brasil apresenta grande importância no cultivo da maioria destes produtos e isso é importante para que haja disponibilidade na região. O conhecimento tanto da composição química quanto da resposta dos bovinos a alimentação com esses produtos, podem beneficiar as indústrias, que visam dar destino a esses produtos sem causar impacto ambiental, como também aos produtores que buscam alternativas para diminuir o custo de produção. Em resposta a esse avanço, o número de agroindústrias instaladas por toda a região tem aumentado significativamente, gerando um incremento na produção desses resíduos agroindustriais utilizáveis ou não na alimentação humana, que podem ser aproveitados na dieta animal. Os resíduos como não são comumente utilizados em ingredientes de dietas para humanos tornam-se mais baratos como ingredientes dietéticos de bovinos e conseqüentemente reduzem os custos de produção. Entretanto, apesar deste cenário promissor, deve-se atentar para os níveis adequados de utilização, observando-se principalmente o teor de óleo, a qualidade da fibra e a presença de elementos tóxicos nos ingredientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao XIV CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL (CNPQ 2019) pelo convite para proferir esta palestra e divulgar algumas de nossas pesquisas. Além disso, agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior ou de Educação (CAPES) pelo apoio financeiro incessante nas pesquisas. Por fim agradecemos a Universidade Federal de Campina Grande, nossa Instituição pelo apoio, e a parceria da Universidade Federal da Bahia, na pessoa do Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira.

REFERÊNCIAS

- ANP - Agência Nacional do Petróleo. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2018. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro: ANP, 2018. P. 177-202.
- Abdalla Filho, A. L.; Dineshkumar, D.; Barreal, M.; *et al.* Performance, metabolic variables and enteric methane production of Santa Inês hair lambs fed Orbignya phalerata and Combretum leprosum. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 101, n. 3, p. 457-465, 2016.
- Abdalla, A. L.; Silva Filho, J. C.; Godoi, A. R.; *et al.* Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. SPE, p. 260-268, 2008.
- Allen, M. S.; Bradford, B. J.; Oba, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of animal science*, v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.
- Araújo, R. A.; Fernandes, S. L.; Nascimento Junior, O. A.; *et al.* Performance of lactating cows fed with cake of babassu: ingestive behavior, intake, digestibility, production and quality of milk. *Biological Rhythm Research*, p. 1-11, 2019.
- Arruda, P. C. L.; Pereira, E. S.; Pimentel, P. G.; *et al.* Fatty acids profile in longissimus dorsi of Santa Ines lambs fed with different energy levels. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.
- Bateman Ii, H. G.; Jenkins, T. C. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 9, p. 2451-2458, 1998.
- Bell, J. A.; Griinari, J. M.; Kellnely, J. J. Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. *Journal of dairy science*, v. 89, n. 2, p. 733-748, 2006.
- Bezerra, L. R.; Gonzaga Neto, S.; Medeiros, N. A.; *et al.* Feed restriction followed by realimentation in prepubescent Zebu females. *Tropical animal health and production*, v. 45, n. 5, p. 1161-1169, 2013.
- Bomfim, M. A. D.; Silva, M. M. C.; Santos, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 3, n. 4, p. 15-26, 2009.

- Castro, T.; Cabezas, A.; De La Fuente, J.; *et al.* Animal performance and meat characteristics in steers reared in intensive conditions fed with different vegetable oils. *Animal*, v. 10, n. 3, p. 520-530, 2016.
- Cerutti, W. G.; Viegas, J.; Barbosa, A. M.; *et al.* Fatty acid profiles of milk and Minas frescal cheese from lactating grazed cows supplemented with peanut cake. *Journal of Dairy Research*, v. 83, n. 1, p. 42-49, 2016.
- Choi, Byung-Ryul; Palmquist, Donald L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. *The Journal of nutrition*, v. 126, n. 11, p. 2913-2919, 1996.
- Coelho, C. S.; Gama, J. A. N.; Oliveira Junior, L. A. T.; *et al.* Use of extracts of sunflower-seed oil (*Helianthus annuus* L.) for the treatment of cutaneous injuries in equine metatarsus: a case report. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 14, n. 1, p. 125-129, 2012.
- Correia, B. R.; Carvalho, G. G. P.; Oliveira, R. L.; *et al.* Production and quality of beef from young bulls fed diets supplemented with peanut cake. *Meat science*, v. 118, p. 157-163, 2016.
- Correia, B. R.; Carvalho, G. G. P.; Oliveira, R. L.; *et al.* Feeding behavior of feedlot-finished young bulls fed diets containing peanut cake. *Tropical animal health and production*, v. 47, n. 6, p. 1075-1081, 2015.
- Correia, B. R.; Carvalho, G. G. P.; Oliveira, R. L.; *et al.* Intake, digestibility, performance, and nitrogen metabolism of feedlot-finished young bulls (*Bos indicus*) fed diets containing peanut cake. *Journal of animal science*, v. 94, n. 11, p. 4720-4727, 2016.
- Costa, J. B.; Oliveira, R. L.; Silva, T. M.; *et al.* Intake, digestibility, nitrogen balance, performance, and carcass yield of lambs fed licuri cake. *Journal of Animal Science*, v. 94, n. 7, p. 2973-2980, 2016.
- Costa, R. G.; Queiroga, R. C. R. E.; *et al.* Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 4, p. 307-321, 2009.
- Cruz, C. H.; Silva, T. M.; Santana Filho, N. B.; *et al.* Effects of palm kernel cake (*Elaeis guineensis*) on intake, digestibility, performance, ingestive behaviour and carcass traits in Nellore bulls. *The Journal of Agricultural Science*, v. 156, n. 9, p. 1145-1152, 2018.
- Dias, C. A. S.; Bagaldo, A. R.; Cerutti, W. G.; *et al.* Peanut cake can replace soybean meal in supplements for lactating cows without affecting production. *Tropical animal health and production*, v. 50, n. 3, p. 651-657, 2018.
- Farias, L. N.; Vasconcelos, V. R.; Carvalho, F. R. R.; *et al.* Dinâmica da fermentação ruminal de coprodutos do babaçu por meio da técnica in vitro semiautomática de produção de gases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 5, p. 1275-1283, 2012.
- Ferreira, A. C.; Oliveira, R. L.; Balgado, A. R.; *et al.* Intake, digestibility and intake behaviour in cattle fed different levels of palm kernel cake. *Revista MVZ Córdoba*, v. 17, n. 3, p. 3105-3112, 2012.
- Ferreira, A. C.; Vieira, J. F.; Barbosa, A. M.; *et al.* Effect of replacing ground corn and soybean meal with licuri cake on the performance, digestibility, nitrogen metabolism and ingestive behavior in lactating dairy cows. *Animal*, v. 11, n. 11, p. 1957-1965, 2017.
- Fiorentini, G.; Lage, J. F.; Carvalho, I. P.; *et al.* Lipid sources with different fatty acid profile alters the fatty acid profile and quality of beef from confined Nellore steers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 28, n. 7, p. 976, 2015.
- Gilmore, L. A.; Walzem, R. L.; Crouse, S. F.; *et al.* Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-cholesterol concentration but both high-and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. *The Journal of nutrition*, v. 141, n. 6, p. 1188-1194, 2011.
- Girón, J. E. P.; Restrepo, M. L. P.; Fornaguera, J. E. C. Supplementation with corn oil and palm kernel oil to grazing cows: ruminal fermentation, milk yield, and fatty acid profile. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 45, n. 11, p. 693-703, 2016.
- Gonzaga Neto, S.; Oliveira, R. L.; Lima, F. H.; *et al.* Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. *Tropical Animal Health and Production*, v. 47, n. 1, p. 191-200, 2015.
- Gouvêa, A. A.; Oliveira, R. L.; Leão, A. G.; *et al.* Effects of licury cake in young Nellore bull diets: salted sun-dried meat is preferred rather than fresh meat by consumers despite similar physicochemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, n. 7, p. 2147-2153, 2017.
- Ito, R. H.; Prado, I. N. D.; Rotta, P. P.; *et al.* Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle of young bulls from four genetic groups finished in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 2, p. 384-391, 2012.
- Kalscheur, K. F.; Teter, B. B.; Piperova, L. S.; *et al.* Effect of fat source on duodenal flow of trans-C18: 1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 9, p. 2115-2126, 1997.
- Kay, J. J.; Roche, J. R.; Moore, C. E.; *et al.* Effects of dietary conjugated linoleic acid on production and metabolic parameters in transition dairy cows grazing fresh pasture. *Journal of Dairy Research*, v.73, n.3, p.367-377, 2006.
- Kozloski, G. V. *Bioquímica dos ruminantes*. 2ª edição. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia-Editora UFMS, 2009.
- Lima, L. D. S.; Oliveira, R. L.; Bagaldo, A. R.; *et al.* Composition and fatty acid profile of milk from cows on pasture subjected to licuri oil supplement. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 12, p. 2858-2865, 2011.
- Lima, L. S.; Oliveira, R. L.; Garcez Neto, A. F.; *et al.* Licuri oil supplements for lactating cows on pasture. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 95, n. 4, p. 617-624, 2015.
- Maciel, R. P.; Neiva, J. N. M.; Restle, J.; *et al.* Performance and carcass characteristics of dairy steers fed diets containing crude glycerin. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 45, n. 11, p. 677-685, 2016.
- Maganhini, M. B.; Mariano, B.; Soares, A. L.; *et al.* Meats PSE (Pale, Soft, Exudative) and DFD (Dark, Firm, Dry) of an industrial slaughterline for swine loin. *Food Science and Technology*, v. 27, p. 69-72, 2007.
- Mendonça, B. P. C.; Lana, R. P.; Detmann, E.; *et al.* Torta de crambe na terminação de bovinos de corte em confinamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 2, p. 583-590, 2015.
- Mota, C. J. A.; Pestana, C. F. M. Coprodutos da Produção de Biodiesel. *Revista Virtual Química*, v.3, n.5, 416-425, 2011.
- Neiva Júnior, A. P.; Van Cleef, E. H. C. B.; Pardo, R. M. P.; *et al.* Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. 2007.
- Oliva, A. C. E. Qualidade de sementes de crambe submetidas a métodos de secagem e períodos de armazenamento. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.
- Oliveira, D. M.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; *et al.* Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from zebu steers fed with different oilseeds. *Journal of Animal Science*, v. 89, n. 8, p. 2546-2555, 2011.
- Oliveira, P. A.; Oliveira, R. L.; Jaeger, S. M. P. L.; *et al.* Intake and digestibility, rumen fermentation, and concentrations of metabolites in steers fed with peanut cake. *Tropical animal health and production*, v. 48, n. 2, p. 403-409, 2016.
- Oliveira, R. L.; Neto, S. G.; Lima, F. H. S.; *et al.* Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. *Animal Science Journal*, v. 87, n. 10, p. 1225-1232, 2016.

- Oliveira, R. L.; Palmieri, A. D.; Carvalho, S. T.; *et al.* Commercial cuts and chemical and sensory attributes of meat from crossbred Boer goats fed sunflower cake based diets. *Animal Science Journal*, v. 86, n. 5, p. 557-562, 2015.
- Oliveira, V. D. S.; Oliveira, R. L.; Goes, R. H. T. B.; *et al.* Physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of the meat of young Nellore bulls fed sunflower cake from the biodiesel industry. *Livestock Science*, v. 227, p. 97-104, 2019.
- Palmquist, D. L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 4, p. 1354-1360, 1991.
- Palmquist, D. L. Use of fats in diets for lactating dairy cow en Fat in Animal Nutrition. Editions Bultersworkts, London, p. 357-381, 1984.
- Perrone, J. C.; Iachan, A.; Domont, G. B.; *et al.* Contribuição ao Estudo da Torta de Mamona, Departamento de Imprensa Nacional: Rio de Janeiro, 1966.
- Plá, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 30, n. 2, p. 179-190, 2002.
- Priolo, A.; Micol, D.; Agabriel, J.; *et al.* Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat science*, v. 62, n. 2, p. 179-185, 2002.
- Rodrigues, J. P. P.; De Paula, R. M.; Rennó, L. N.; *et al.* Short-term effects of soybean oil supplementation on performance, digestion, and metabolism in dairy cows fed sugarcane-based diets. *Journal of dairy science*, v. 100, n. 6, p. 4435-4447, 2017.
- Santana Filho, N. B.; Oliveira, R. L.; Cruz, C. H.; *et al.* Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nellore bulls fed different levels of palm kernel cake. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 96, n. 10, p. 3590-3595, 2016.
- Santos, R. C.; Alves, K. S.; Mezzomo, R.; *et al.* Performance of feedlot lambs fed palm kernel cake-based diets. *Tropical animal health and production*, v. 48, n. 2, p. 367-372, 2016.
- Scollan, N. D.; Dannenberger, D.; Nuernberg, K.; *et al.* Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, v. 97, n. 3, p. 384-394, 2014.
- Shingfield, K. J.; Ahvenjärvi, S.; Toivonen, V.; *et al.* Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows. *British Journal of Nutrition*, v. 99, n. 5, p. 971-983, 2008.
- Shingfield, K. J.; Griinari, J. M. Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 109, n. 8, p. 799-816, 2007.
- Silva, J. F. C.; Leao, M. I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba, SP: Ed. Livrocere, p. 384, 1979.
- Silva, R. L. N. V.; Oliveira, R. L.; Ribeiro, O. L.; *et al.* Palm kernel cake for lactating cows in pasture: intake, digestibility, and blood parameters. *Italian Journal of Animal Science*, v. 12, n. 2, p. e42, 2013.
- Silva, R. M. D.; Restle, J.; Missio, R. L.; *et al.* Fatty acid profile of meat from European and Zebu bulls fed with pearl millet. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 1, p. 63-70, 2014.
- Silva, T. M.; Medeiros, A. N. D.; Oliveira, R. L.; *et al.* Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats. *Journal of animal science*, v. 93, n. 6, p. 2998-3005, 2015.
- Silva, T. M.; Medeiros, A. N.; Oliveira, R. L.; *et al.* Palm kernel cake for lactating cows in pasture: intake, digestibility, and blood parameters. *Italian Journal of Animal Science*, v. 12, n. 2, p. e42, 2013.
- Silva, T. M.; Oliveira, R. L.; Nascimento Júnior, N. G.; *et al.* Ingestive behavior and physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel. *Tropical animal health and production*, v. 48, n. 1, p. 59-66, 2016.
- Ulbricht, T. L. V.; Southgate, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The lancet*, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.
- Van Cleef, E. H. C. B.; Ezequiel, J. M. B.; D'aurea, A. P.; *et al.* Crude glycerin in diets for feedlot Nellore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 2, p. 86-91, 2014.
- Van Cleef, E.H.C.B. Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- Van Soest, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd Edn. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press, 1994.
- Vasconcelos, J. T.; Galyean, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *Journal of animal science*, v. 85, n. 10, p. 2772-2781, 2007.
- Visoná-Oliveira, M.; Ferreira, I. C.; Macedo Junior, G. L.; *et al.* Nutrients intake and digestibility of palm kernel cake in sheep diet. *Ciência Animal Brasileira*, v. 16, n. 2, p. 179-192, 2015.

