



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PARÂMETROS RUMINAIS DE VACAS LEITEIRAS EM CONFINAMENTO
SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE GIRASSOL**

JENNIFER NANDES PEREIRA DA SILVA

AREIA

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELO DE
GIRASSOL NOS PARÂMETROS RUMINAIS DE VACAS GIROLANDO**

JENNIFER NANDES PEREIRA DA SILVA

Zootecnista

AREIA

2019

JENNIFER NANDES PEREIRA DA SILVA

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELO DE
GIRASSOL NOS PARÂMETROS RUMINAIS DE VACAS GIROLANDO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia da Universidade Federal da
Paraíba como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Zootecnia

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto. - Orientador Principal

Prof^a. Dr^a. Lara Toledo Henriques

Prof. Dr. Ricardo Dias Signoretti

AREIA

2019



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 026103/13 do trabalho de pesquisa intitulado **"Teores e fontes de Proteína no concentrado de vacas mestiças em lactação mantidas em pasto de capim tanzânia"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 04 de dezembro de 2013.

Jaboticabal, 12 de dezembro de 2013.

Prof.^a Dr.^a Paola Castro Moraes
Coordenadora - CEUA

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586e Silva, Jennifer Nandes Pereira da.

Efeito da substituição do farelo de soja por farelo de girassol nos parâmetros ruminais de vacas Girolando / Jennifer Nandes Pereira da Silva. - Areia, 2020.
44 f.

Orientação: Severino Gonzaga Neto.
Coorientação: Lara Toledo Henriques
Coorientação: Ricardo Dias Signoretti.
Dissertação (Mestrado). - UFPB/CCA.

1. Ácidos graxos. 2. Alimento alternativo. 3. Degradabilidade. 4. Fontes proteica. I. Gonzaga Neto, Severino. II. Henriques, Lara Toledo. III. Signoretti, Ricardo Dias. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Efeito da Substituição do Farelo De Soja por Farelo de Girassol nos Parâmetros Ruminais de Vacas Girolando”

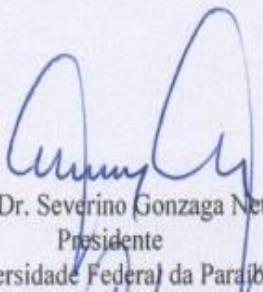
AUTOR: Jennifer Nandes Pereira da Silva

ORIENTADOR: Severino Gonzaga Neto

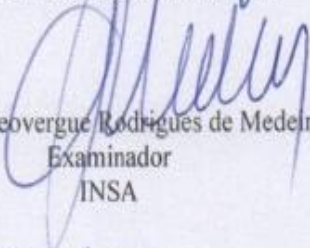
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

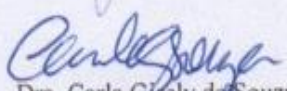
EXAMINADORES:



Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto
Presidente
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros
Examinador
INSA



Dra. Carla Gisely de Souza
Examinador
Universidade Federal Rural da Paraíba

Areia, 28 de fevereiro de 2019

Dedico:

A Deus, minha família, especialmente a minha mãe (Edvânia Belarmino), e a todos os meus amigos e aqueles que participaram desse momento.

Agradecimentos

A Deus, o autor e criador da minha vida, por todos os caminhos que me permitiu trilhar, e por ser a força, esperança e alegria nos momentos em que mais precisei.

A minha mãe (Edvânia Belarmino), por nunca desisti de lutar por mim e me ajudar em todos os momentos, a senhora é a minha maior motivação para conquistar os meus sonhos.

Ao meu irmão (Leonardo Luiz), por todo o companheirismo, auxílio e apoio.

A minha família, pelo amor e incentivo, em especial a minha prima Evelin.

Ao meu noivo (Rodrigo Costa), por todo o carinho, ajuda, motivação e compreensão.

A minha amiga-irmã (Lays Thayse), por toda a ajuda e conselhos. A sua amizade e presença em todos os momentos me ajudaram a tornar tudo mais leve.

A minha amiga de graduação Mariléa Batista Gomes e a sua família (Solon e Iasmini), mesmo de longe permaneceram presentes.

Aos amigos da APTA-SP em Colina, que durante a realização do projeto sempre se preocuparam e se puseram à disposição.

Ao Dr. Ricardo Dias Signoretti, pela oportunidade de realização da pesquisa, e por todo apoio oferecido.

A Dr. Lara Toledo Henriques, pela orientação ao longo desse período.

Ao Antônio Pinheiro e sua esposa Vitória, pela amizade e a ajuda que foi essencial para a realização desse momento.

Aos meus amigos (Cristiane, Dalton, Diego, Elisama, Flávio, Filipe, Lucas, Mikaele, Pedro, Renaldo, Romilton e Thamires) que estão presentes desde o início da graduação.

Ao grupo de pesquisa GEABOV, pelos momentos de aprendizado e amizade, em especial a Jéssyca Pinheiro por sempre se preocupar e se dispor a ajudar.

Ao meu orientador Dr. Severino Gonzaga Neto, por todo o aprendizado que tive.

A banca de defesa (Dr^a. Carla Giselly de Souza e Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros), por aceitarem o convite e todas as correções e sugestões agregadas ao trabalho.

A todos os professores do CCA- UFPB e CECA-UFAL, pelos conhecimentos e conselhos até aqui.

E a todos aqueles que participaram direto ou indiretamente desse momento.

O meu MUITO OBRIGADO a todos!

“Ouça os conselhos e esteja pronto para aprender; assim, um dia você será sábio. As pessoas fazem muitos planos, mas quem decide é Deus, o Senhor.”
Provérbios 19:20-21(NTLH)

SUMÁRIO

1. Justificativa.....	133
2. Referencial teórico	15
2.1. Importância da proteína	15
2.2. Alimentos proteicos na alimentação animal.....	17
2.3. Extração do óleo de sementes e coprodutos	17
2.4. Aspectos da cultura do girassol.....	19
2.5. Farelo de Girassol na alimentação animal.....	20
2.6. Padrão de Fermentação.....	21
3. Material e Métodos.....	22
3.1. Local.....	23
3.2. Período experimental, animais e tratamentos.....	23
3.3. Consumo e digestibilidade	24
3.4. Parâmetros ruminais	26
3.5. Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana	27
3.6. Análise laboratorial	28
3.7. Análise estatística.....	29
4. Resultados e Discussão	29
4.1. Consumo e digestibilidade.....	29
4.2. Parâmetros ruminais	32
4.3 Balanço de Nitrogênio e síntese de proteína microbiana	36
5. Conclusão.....	39
6. Literatura citada	39

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais.....	24
Tabela 2. Proporção dos ingredientes expressos kg/100 kg com base na matéria natural, teores de nutrientes.	25
Tabela 3. Consumo de matéria seca e consumo de nutrientes totais da dieta em função dos níveis de farelo de girassol na dieta	30
Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade (CD) aparente da matéria seca e nutrientes de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja	32
Tabela 5. Concentrações médias (mmol/L) de ácidos graxos de cadeia curta, relação acetato/propionato e N-NH ₃ do líquido ruminal em função do tempo de amostragem e do nível de farelo de girassol da dieta	34
Tabela 6. Síntese e eficiência de síntese de proteína microbiana de vacas leiteiras submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja	37
Tabela 7. Ingestão, excreção e balanço de nitrogênio, em g/dia, de vacas leiteiras submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estimativa da concentração de pH ruminal em função dos níveis de farelo de girassol e do tempo	35
Figura 2. Estimativa da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função dos níveis de farelo de girassol e do tempo.....	36

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELO DE GIRASSOL NOS PARÂMETROS RUMINAIS DE VACAS GIROLANDO

RESUMO GERAL: Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do farelo de soja (FS) por farelo de girassol (FG) na dieta de vacas leiteiras sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca (MS) e nutrientes, parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal (NAR), ácidos graxos de cadeia curta (AGCC)). Foram utilizadas 04 vacas mestiças, 7/8 Holandês x Gir, não lactantes e canuladas no rúmen, as quais foram distribuídas em delineamento quadrado latino 4x4 e alojadas em baias individuais por um período experimental de 68 dias, constituído por quatro períodos de 17 dias cada. As vacas foram alimentadas com dietas compostas por 50% de silagem de milho e 50% de concentrado, na base da MS. Os tratamentos os níveis crescentes FG (0%; 33%; 67% e 100%) em substituição ao FS. Não houve influência dos tratamentos sobre os consumos de MS, matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) ($P>0,05$). O consumo de fibra em detergente neutro (FDN), aumentou linearmente com a substituição do FS e o consumo de proteína bruta (PB) e carboidrato não fibroso (CNF) decresceram linearmente. Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN E CHT não foram afetados pelos tratamentos. Os coeficientes de digestibilidade EE e CNF obtiveram efeito linear crescente e decrescente, respectivamente. Os parâmetros ruminais não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$). O tempo de amostragem afetou significativamente as variáveis ruminais (pH, NAR e AGCC). A síntese e eficiência de síntese de proteína microbiana, ingestão de nitrogênio e excreção de nitrogênio apresentaram efeito linear crescente ($P<0,005$). Não houve efeito significativo para excreção de nitrogênio (EN) na urina e balanço nitrogenado. Ingestão de nitrogênio e EN fecal cresceram linearmente e EN ureico na urina com efeito quadrático com ponto máximo. O FG pode substituir o FS da dieta de vacas leiteiras sem ocasionar alterações prejudiciais nas variáveis analisadas nas condições estudadas.

Palavras-chave: ácidos graxos, alimento alternativo, degradabilidade, fontes proteica

EFFECTS OF SUBSTITUTION OF SOYBEAN MEAL BY SUNFLOWER MEAL IN THE RUMINAL PARAMETERS OF GIROLAND COWS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of soybean meal substitution by sunflower meal on the diet of dairy cows on intake and digestibility of dry matter and nutrients, ruminal parameters (pH, ammoniacal nitrogen, Short chain fatty acids (GCC) and microbial protein synthesis), and nitrogen balance. Four crossbred cows, 7/8 Holstein x Gir, non-lactating cows were used in the rumen, which were distributed in 4x4 latin squares and housed in individual stalls for an experimental period of 68 days, consisting of four periods of 17 days each. The cows were fed diets composed of 50% corn silage and 50% concentrate, based on the dry matter. The treatments consisted of increasing levels of sunflower meal (0%, 33%, 67% and 100%) substitution the soybean meal diet. There were no influence of treatments on dry matter (DM) intake, organic matter (OM), ethereal extract (EE), total carbohydrate (CHOT), and total digestible nutrients (TDN) ($P>0.05$). The neutral detergent fiber (NDF) intake increased linearly of substituted soybean meal. non-fibrous carbohydrates (NFC) intake and crude protein (CP) declined linearly. The DM, OM, CP, NDF and CHOT digestibility coefficients were not affected by the treatments ($P>0.05$). EE digestibility coefficients increased linearly and NFC reduced linearly. The ruminal pH, NAR and concentrations of GCC were not influenced by the treatments. Sampling time significantly affected rumen (pH, NAR and GCC) ($P>0.05$). the synthesis and the efficiency of microbial protein synthesis increased linearly. The nitrogen balance and urinary nitrogen excretion were not influenced by the treatments. Intake nitrogen and fecal nitrogen excretion increased linearly. Urinary urea nitrogen excretion varied in a quadratic manner with point maximum as a function of the diets ($P<0.05$). Sunflower meal can partially replace soybean meal from dairy cows' diet without causing harmful changes in the analyzed variables.

Keywords: alternative food, degradability, fatty acids, protein sources

1. JUSTIFICATIVA

Em 2018, os laticínios que operam algum determinado tipo de serviço de inspeção sanitária detiveram 24,45 bilhões de litros, equivalente a um aumento de 0,5% sobre a quantidade registrada em 2017, mantendo certa estabilidade em relação ao ano anterior, quando a produção voltou a elevar-se depois de dois anos seguidos de queda na série histórica anual da aquisição de leite (IBGE, 2018)

A crescente demanda por produtos lácteos nos supermercados e indústrias tem exigido dos produtores de leite contínua melhora da produção objetivando suprir ao mercado interno. Entretanto, a produção de leite no Brasil baseia-se, na sua grande maioria, em sistema a pasto (ANTUNES, 2017). As gramíneas tropicais cultivadas para pastejo muitas vezes apresentam baixos teores de PB, valores estes inferiores ao encontrado em pastagens de leguminosas como a alfafa ou o trevo.

Na maioria das regiões do Brasil, a produção bovina está sujeita às variações na disponibilidade e na qualidade de alimentos ao longo do ano. Por isso, a conservação de forragens torna-se alternativa viável para suplementação alimentar do rebanho no período de menor disponibilidade de alimentos. Dentre as práticas de conservação de forragens, destaca-se a ensilagem, que permite a utilização mais eficiente da terra e possibilita a produção de alimentos volumosos de elevado valor nutricional.

A proteína é o segundo nutriente de maior importância para a produção de leite. Dietas com alimento concentrado de alta proteína elevam o custo com a alimentação. O farelo de soja é um dos ingredientes mais utilizados na alimentação de ruminantes com o propósito de suprir ou corrigir deficiências proteicas nas dietas dos animais, principalmente para vacas em lactação. Esse ingrediente se destaca por vários motivos, dentre esses o elevado valor biológico de sua proteína, que apresenta composição aminoacídica semelhante ao requerido pelo animal para síntese de proteína no músculo e no leite (ANTUNES, 2017).

No entanto, alimentos tradicionais, como o farelo de soja, tendem a aumentar os custos de produção animal devido ao fato de serem transportados de outras regiões ou serem considerados uma commodity. Por essa razão, cresce o interesse dos pecuaristas em informações sobre alimentos alternativos mais acessíveis economicamente, capazes de substituir parcial ou totalmente o farelo de soja sem comprometer o desempenho produtivo do animal, proporcionando uma atividade mais lucrativa aos produtores de leite. Isto é especialmente verdadeiro para as regiões semiáridas do Nordeste do Brasil, onde a baixa

precipitação irregular associada a altas temperaturas é particularmente onerosa em relação à aquisição de fontes de alimentação (SILVA et al., 2009).

Na região Nordeste o processamento de produtos da agroindústria, tem gerado grandes volumes de resíduos, que possuem potencial na nutrição animal, como o farelo de coco, resíduos do maracujá, etc. O melaço é comumente utilizado misturado com ureia. Os subprodutos de indústria da produção de farinha de mandioca (*Manihotesculenta*, Crantz) também possuem potencial e disponibilidade para serem utilizados como alimento energético e podem ser usados na alimentação de ruminantes. Pastagem e folhagem de árvores e arbustos de plantas nativas têm alto valor potencial como fonte de alimento para ruminantes. Outra alternativa é utilizar culturas de entressafra, como o farelo de girassol.

O interesse pela cultura do girassol tem crescido entre os agricultores, pois, quando plantadas com outras culturas, como o milho e a soja, pode aumentar suas produções (ANTUNES, 2017). O processamento dos grãos de girassol para extração do óleo, gera coprodutos que são disponibilizados e podem ser usados na alimentação animal na forma de farelo e/ou torta de girassol (DOMINGUES et al., 2010). Trabalhos com vacas em lactação mostram a eficiência da utilização do farelo de girassol em comparação ao farelo de soja, não alterando o consumo, digestibilidade dos nutrientes e o desempenho produtivo com a sua inclusão (ANTUNES, 2017; GARCIA et al., 2004).

Devido a isso, fica evidente a importância da compreensão e esclarecimento dos efeitos dos teores de proteína dietética sobre o metabolismo ruminal de vacas leiteiras, a fim de explicar os resultados obtidos, no que diz respeito ao consumo de nutrientes e desempenho animal. Tendo em vista a importância da utilização de diferentes fontes de proteína, e o esclarecimento dos seus efeitos sobre o metabolismo ruminal de vacas leiteiras. objetivou-se com esse estudo, avaliar o efeito de níveis de farelo de girassol no concentrado em substituição ao farelo de soja sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes das dietas, parâmetros ruminais, balanço nitrogenado e síntese de proteína microbiana.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A nutrição animal tem um papel fundamental no sistema de produção de leite, pois além de ser uma ferramenta determinante para a produção, está associada a uma fatia considerável dos custos de produção do rebanho. O consumo de alimento é fundamental para a nutrição, pois determina os níveis de energia, proteína e de ingestão dos demais nutrientes disponibilizados para a resposta animal (VAN SOEST, 1994).

A principal fonte de energia para os ruminantes são os ácidos graxos de cadeia curta, oriundos, principalmente, da fermentação microbiana de carboidratos no rúmen, e capazes de suprir até 80% de suas exigências diárias. Os principais são o acético, o propiônico e o butírico, cujas proporções podem variar de 75:15:10 a 40:40:20 em função do tipo de carboidrato predominante na dieta (BERGMAN et al., 1990). Depois da energia, a proteína é o nutriente mais requerido para o desenvolvimento das funções metabólicas dos ruminantes.

2.1. IMPORTÂNCIA DA PROTEÍNA

A importância da proteína na nutrição de bovinos leiteiros não é apenas por ser a fração mais onerosa do concentrado, mas, principalmente, pela amplitude de funções que ela desempenha no organismo animal, estando envolvida em diversos processos biológicos atuando como enzima, hormônio, molécula de transporte de substâncias essenciais ao metabolismo animal e, além disso, participa da formação de tecidos e, em algumas ocasiões, fornece aminoácidos que são utilizados como substratos para síntese energética (PIRES et al., 2004).

Além disso, sua participação na dieta deve ser rigorosamente adequada às exigências nutricionais do animal, uma vez que em excesso pode aumentar o gasto energético para excreção do nitrogênio excedente, além de promover o aumento da contaminação ambiental. Sua deficiência, por outro lado, pode limitar o crescimento microbiano e, conseqüentemente, o desempenho animal.

As exigências proteicas dos animais ruminantes são atendidas pela proteína metabolizável (PM) que é absorvida no intestino delgado. Essa proteína pode ser de origem microbiana, da fração não degradada no rúmen e da proteína endógena (VALADARES FILHO, 1997). A proteína bruta (PB) contida nos alimentos destinados à alimentação de ruminantes é composta por duas frações, cujas finalidades são distintas.

A primeira fração é a degradável no rúmen (PDR). Esta sofre degradação ruminal através de enzimas específicas secretadas pelos microrganismos lá presentes, em especial as bactérias, resultando em produtos como peptídeos, aminoácidos e amônia, que são utilizados pelos microrganismos para a síntese de proteína e a conseqüente multiplicação celular (SANTOS et al., 2006).

A segunda fração é a proteína não degradável no rúmen (PNDR), que é a porção da PB do alimento, ou da dieta, que resiste à degradação ruminal. A PNDR constitui a segunda

fonte mais importante de aminoácidos para os ruminantes. Portanto, enquanto a PDR é direcionada ao suprimento das necessidades dos microrganismos ruminais, a PNDR é uma fonte adicional direcionada as exigências nutricionais dos animais.

Além disso, a proteína bacteriana possui um perfil aminoacídico muito semelhante ao da proteína dos tecidos e do leite, tidas como padrão, possuindo 15,8% de lisina e 5,2% de metionina (do total de aminoácidos essenciais). Estes valores resultam numa relação lisina/metionina muito próxima a 3:1, apontada pelo NRC (2001) como ideal para a máxima eficiência da PM para manutenção e lactação em vacas leiteiras.

A proteína é constituída de 21 AAs principais, dez são considerados como “essenciais” ou “indispensáveis” (NRC, 2001), devendo, pois, constar da dieta. Os AAs considerados essenciais para ruminantes são os mesmos que em monogástricos: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Chalupa & Sniffen (1991) também consideraram a tirosina e cisteína AAs essenciais para a produção de leite.

Sendo assim, a nutrição proteica de vacas leiteiras tem grande valor em virtude de sua influência direta na produção e composição do leite, na reprodução animal e no custo da alimentação. Segundo Souza et al. (2006), uma necessidade para manter o produtor na atividade leiteira de forma economicamente viável é a minimização dos custos de produção, haja vista que o preço do leite não acompanha a tendência de alta do preço dos insumos. Os autores citam ainda que a substituição parcial de ingredientes tradicionais das dietas por subproduto pode atenuar os custos, já que estes são, geralmente, menos onerosos.

2.2. ALIMENTOS PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Os subprodutos da extração do óleo de oleaginosas, como farelos e tortas, são a fonte de proteína dominante empregada em rações para animais de interesse zootécnico no mundo, principalmente em países emergentes onde o consumo de carnes e olhos é reduzido (GAZZONI & DALL’AGNOL, 2018). O milho e o farelo de soja são os dois principais alimentos utilizados na formulação de rações, para ruminantes. Esses alimentos não possuem restrição quanto à presença de fatores antinutricionais e formam ótima combinação de energia e proteína. O aumento dos custos destes alimentos eleva os gastos de produção, sendo necessário avaliar o uso de outros alimentos alternativos, com menor preço e boa qualidade para garantir o mesmo nível de produção dos rebanhos (GOES et al., 2010; COSTA et al., 2015).

A acessibilidade, preços competitivos e valor nutricional são os fatores fundamentais que motivam a procura por alimentos proteicos em rações para animais. Acredita-se que com o aumento da oferta de outras oleaginosas designadas a produção de biodiesel diminua a necessidade do farelo de soja em rações para animais, o que cooperará com a redução da competição com a alimentação humana aumentando as alternativas para os produtores (OLIVEIRA et al., 2010; COSTA et al., 2015).

2.3. EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE SEMENTES OLEAGINOSAS E COPRODUTOS

O método de extração, grau de decorticação, processamento do produto e a espécie da semente oleaginosa são os principais fatores que determinam o valor nutritivo dos coprodutos da extração de óleo de sementes de oleaginosas. O grau de decorticação apresenta-se como principal fator de variação no valor nutritivo de farelos ou tortas de girassol. Foi encontrado na semente de girassol 35 a 45% de extrato etéreo e 25 a 30% de casca, sendo o teor de proteína bruta dos coprodutos protéicos obtido após a extração do óleo de 28 a 50%, com base na matéria seca. A casca da semente de girassol possui 5% de teor de proteína bruta (base na MS), 73% de fibra em detergente neutro (base na MS) e 26% de lignina (base da MS) (OLIVEIRA, 2008; COSTA et al., 2015)

O óleo de girassol pode ser extraído por processo mecânico e químico. O processo industrial pioneiro de extração é o mecânico, realizado por prensas hidráulicas. Devido a sua baixa eficiência, com o passar dos anos, foram substituídas por prensas tipo *Expeller*, desenvolvida no final da década de 90. Hoje tornou-se o principal processo de extração mecânica de óleo (OLIVEIRA et al., 2010; COSTA et al., 2015).

Após a prensagem deriva-se a torta que, dependendo do grau de extração de óleo obtido, ainda passa por uma extração com solvente para retirar o óleo residual. O solvente universalmente adotado na indústria de extração de óleos é o hexano (ZARDO, 2018). Em revisão Costa et al. (2015) mostram que a torta possui pouco mais de 20% de proteína bruta e aproximadamente 15% de óleo, com base na matéria seca. O farelo é produzido a partir do processamento mais eficaz da extração do óleo, utilizando solventes químicos, resultando em um menor teor de extrato etéreo e maior teor de proteína bruta.

A maior facilidade no processamento do girassol é uma das principais vantagens dessa oleaginosa em relação a outras. O maior atrito gerado pelo teor de cascas das sementes

permite uma maior rotação e que sejam processadas inteiras e a temperatura ambiente. (Oliveira & Vieira, 2004)

Em revisão Antunes (2017) relata que os óleos e azeites podem ser extraídos por processo físico (prensagem) e químico (solventes). O azeite é o óleo vegetal que não é extraído por solventes químicos e não sofre processo de refinação (OLIVEIRA & VIEIRA, 2004). A utilização do hexano como solvente eleva a eficiência do processo, originando o farelo de girassol, produto com cerca de 1,5% de óleo na matéria seca e teores de proteína que podem variar de 28 até 42%. (CATI, 2001).

O alto teor de óleo na semente permite a prensagem a frio: O óleo de girassol possui 11,6% de gordura saturada, 23,1% de gordura monoinsaturada, e 65,3% de poli-insaturada. Constituído em sua maior parte pelo ácido linoleico, que apesar de não ser sintetizado pelo organismo humano é essencial para o desempenho das funções fisiológicas (COSTA et al., 2015; NOGUEIRA JUNIOR, 2006; OLIVEIRA & VIEIRA, 2004).

2.4. ASPECTOS DA CULTURA DO GIRASSOL

A cultura do girassol foi introduzida no Brasil no início do século XIX, na região sul, possivelmente trazida por colonizadores europeus. O seu cultivo não ocupou lugar de destaque na economia nacional, já que sempre foi vista como de pouca expressão econômica. Apenas no fim da década de 1970 a cultura foi incentivada em decorrência do Programa de Mobilização Energética do Governo Federal, que visava à substituição do petróleo pelos óleos vegetais (COSTA et al., 2015; ZARDO, 2018). Os cultivares eram suscetíveis a algumas doenças, com baixa produtividade e teor de óleo, difícil comércio, além disso, havia pouco conhecimento por parte dos agricultores sobre a cultura e as suas tecnologias de produção (CARVALHO, 2006).

As estimativas da Conab (2014) mostram que o girassol se consolidou como cultura de expressão no Brasil, graças ao melhoramento genético realizado pelas instituições de pesquisa e ao aumento da demanda por oleaginosas para produção de Biodiesel, um aumento de 104,7% e 124,5% no ano agrícola de 2013/2014 em relação ao ano agrícola de 2012/2013.

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma espécie dicotiledônea anual da família *Compositae* (ou *Asteraceae*), sendo originária do continente norte-americano. *Helianthus* é derivado das palavras gregas “helios” que significa sol, e “anthus” que significa flor. O gênero *Helianthus* possui 14 espécies annual e 38 perennial (COSTA et al., 2015; ZARDO,

2018). Em revisão Sousa et al. (2008) e Costa et al. (2015) descrevem que o girassol apresenta caule ereto, geralmente não ramificado, com altura variando entre 1,0 e 2,5 m e com cerca de 20 a 40 folhas por planta. Os grãos (aquênios), que são desenvolvidos nas flores (capítulo), são constituídos de pericarpo (casca) e semente (amêndoa), podendo variar o tamanho, cor e teor de óleo, dependendo do cultivar (McGUFFEY & SCHINGOETHE, 1982).

Existem dois tipos de sementes de girassol: as oleosas e as não-oleosas. As sementes não-oleosas são maiores, pretas, com listras e apresentam casca facilmente removível que constitui 40-45% do peso da semente, têm de 25-30% de óleo e representam somente 5% dos genótipos de girassol, as sementes não oleosas são torradas, embaladas para consumo humano ou como ração para pássaros. As sementes oleosas são menores, com pericarpo bem aderido, representando 20-30% do peso das sementes. São economicamente mais importantes, e a partir delas, são produzidos farelo de girassol e seus derivados, após a extração do óleo (COSTA et al., 2015; ZARDO, 2018)

2.5. FARELO DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Rações formuladas com ingredientes alternativos devem ser eficientes, seguras e econômicas, de modo a permitir o mesmo desempenho produtivo de animais alimentados com dietas tradicionais. No entanto, verificam-se lacunas na nutrição de ruminantes no que diz respeito ao uso de coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas leiteiras e seus efeitos no desempenho e características do leite (ANTUNES, 2017).

A utilização de tortas ou farelos de girassol na alimentação animal deve ser analisada com cautela, frente à presença de compostos antinutricionais presente nos grãos da maioria das oleaginosas (MANDARINO, 1992). Nos grãos de girassol pode ser encontrado o ácido clorogênico como fator limitante na alimentação animal. Esse ácido é um dos compostos fenólicos bastante presente e distribuídos nos tecidos vegetais. O ácido clorogênico é formado a partir da combinação dos ácidos cafeico e quínico, largamente disseminado em frutas e vegetais, mas em maior concentração em sementes (ZARDO, 2018). Entretanto, poucos são os relatos de intoxicação por bovinos.

A presença da enzima arginase e o inibidor de tripsina foram constatados em grãos de girassol. No entanto, estes componentes são sensíveis a temperatura, sendo facilmente inativados através de processos térmicos (ANTUNES, 2017). Tavernari et al. (2008) avaliando o farelo de girassol encontraram uma relação lisina e metionina de 0,84:0,61.

CQBAL apresenta PDR de 34,30% e 27,38% na MS para o farelo de soja e de girassol, e PNDR de 18,30% e 4,43% na MS, respectivamente.

Garcia et al. (2004), utilizando bovinos leiteiros em fase de crescimento, verificaram que não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de inclusão de farelo de girassol nos concentrados sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (82,3%), PB (82,2%), EE (57,2%), ENN (92,6), FB (44,8%), FDN (72,5%) e FDA (70,5%), concluíram que, até o nível de 45% de inclusão no concentrado, o farelo de girassol poderá ser utilizado, com eficiência, na dieta de bovinos leiteiros em fase de crescimento.

Mota et al. (2018) avaliaram os valores do perfil metabólico sanguíneo das novilhas leiteiras alimentadas com dietas constituídas por quatro fontes de proteína (farelos de soja, algodão, girassol e amendoim) e cana-de-açúcar como volumoso exclusivo e mostraram resultados que se mantiveram na faixa dos valores considerados referência. Os metabólitos, que mesmo apresentando diferença significativa entre fontes proteicas e/ou horários, estavam dentro da normalidade considerada para bovinos.

O coeficiente de digestibilidade de uma dieta é importante por indicar que nutrientes realmente estão disponíveis para o animal. O método convencional de determinação da digestibilidade, com coleta total de fezes, é laborioso e, em determinadas circunstâncias, inviável. Os indicadores têm-se mostrado úteis e eficientes na estimativa da digestibilidade, proporcionando resultados próximos aos obtidos pelo método de coleta total. As substâncias avaliadas como indicadores internos potenciais são os componentes da parede celular potencialmente indigestíveis (MENDES et al., 2005). Esses indicadores internos apresentam a vantagem de já estarem presentes no alimento e, de modo geral, permanecerem uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (PIAGGIO et al., 1991).

Estudando a inclusão de farelo de girassol no concentrado de bezerros da raça holandesa, Garcia (2001) concluiu que não houve prejuízo na digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes da dieta até o nível de 45% no concentrado (17,8% na dieta total), em substituição ao farelo de soja.

2.6. PADRÃO DE FERMENTAÇÃO

A fermentação em ruminantes é o resultado da atividade física e microbiológica, que converte os componentes dietéticos a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proteína

microbiana, vitaminas do complexo B, vitamina K, hidrogênio, metano e dióxido de carbono. Os AGCC representam a principal fonte de energia para os ruminantes, enquanto para os microrganismos são considerados um resíduo da fermentação. A energia presente nos AGCC representa em torno de 75 a 80% da energia originalmente presente nos carboidratos fermentados e, normalmente, contribuem em 50 a 70% da energia digestível do alimento (KOZLOSKI, 2002).

Os AGCC predominantes no fluido ruminal são o ácido acético, propiônico e butírico. O ácido acético e propiônico são formados pelos microrganismos nas rotas para gerar ATP para o seu metabolismo. O ácido propiônico é o de maior importância, por ser precursor de glicose, que entra no ciclo da gliconeogênese hepática.

A maior produção de propionato é formada a partir da fermentação de amido e açúcares, esses carboidratos diminuem o pH ruminal, por produzir maior quantidade de AGCC, principalmente propionato pela via do ácido láctico, que pode se acumular no rúmen, reduzindo a digestão da fibra (VAN SOEST, 1994). A fermentação anaeróbia do alimento principalmente de tipo fibroso é possível devido ao sinergismo existente entre a população microbiana, permitindo a degradação pela ação de complexos enzimáticos, como a β 1-4 celulase, que age sobre a parede celular das plantas (VARGA & KOLVER, 1997).

A concentração de N-NH₃ no rúmen é alterada de acordo com a quantidade e a taxa de degradação da fonte proteica utilizada na alimentação. O equilíbrio entre quantidade de N e fontes de energia(carboidratos) no rúmen é fundamental para que a produção de proteína microbiana no rúmen seja otimizada, é necessário que haja um equilíbrio entre a quantidade de N e de energia disponíveis no rúmen (FIRKINS et al., 1996). As bactérias ruminais tanto podem utilizar os aminoácidos para síntese de proteína microbiana, como pode fermentá-los para utilizá-los como fonte de energia (RIBEIRO et al., 2001). De acordo com esses autores a fermentação de aminoácidos também gera N-NH₃ no ambiente ruminal. No entanto, o crescimento microbiano depende do suprimento de carboidratos fermentáveis que influenciam no destino dado aos produtos finais gerados pelo metabolismo proteico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido a Comissão de ética no uso de animais-CEUA e aprovado em 04 de dezembro de 2013(protocolo nº 026103/13).

3.1. LOCAL

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura Leiteira e Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal e Vegetal (LAPROVA) pertencentes ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo.

3.2. PERÍODO EXPERIMENTAL, ANIMAIS E TRATAMENTOS

Foram utilizadas 4 vacas mestiças (7/8 Holandês x Gir), vazias, não lactantes e canuladas no rúmen, com peso corporal médio inicial de $754,5 \pm 79$ kg, utilizadas para a avaliação das variáveis ruminais. As fêmeas foram alojadas em baias individuais com área de $13,35 \text{ m}^2$. Todas as baias eram parcialmente cobertas, revestidas por piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro individual.

O experimento teve duração de 68 dias, os quais foram divididos em 04 períodos de 17 dias cada, sendo os 10 primeiros destinados à adaptação dos animais à dieta e os 07 últimos à coleta de dados e amostras. O delineamento experimental foi o quadrado latino (4x4), com quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos. Os tratamentos consistiram nos níveis crescentes de farelo de girassol (0%; 33%; 67% e 100%) em substituição ao farelo de soja da dieta, e relação volumoso: concentrado de 50:50, com base na matéria seca (MS).

As dietas foram isoprotéicas e isoenergéticas, com relação volumoso concentrado de 50:50 na MS, formuladas conforme as recomendações do NRC (2001), para atender as exigências de produção de 28 kg de leite dia-1 com 3,7% de gordura e animais com peso vivo de 550 kg. A silagem de milho foi utilizada como fonte de volumoso, e o concentrado foi formulado composto por milho moído, farelo de soja, farelo de girassol peletizado, calcário calcítico e mistura mineral (Tabela 2). As dietas fornecidas aos animais fistulados possibilitaram fazer inferências entre os parâmetros ruminais sobre o efeito do farelo de girassol em substituição a soja e o metabolismo das vacas em lactação, bem como as respostas de produção e composição do leite.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Componentes (g/kg de MS)	Silagem de Milho	Milho Moído	Farelo de Soja	Farelo de Girassol
--------------------------	------------------	-------------	----------------	--------------------

Matéria seca, g/kg MN	316,1	900,9	911,6	920,3
Matéria orgânica	954,1	964,3	905,8	931,8
Matéria mineral	45,9	35,7	94,2	68,2
Proteína bruta	87,6	103,5	520,4	322,9
Extrato etéreo	19,4	11,1	8,2	9,9
FDN _{cp} ¹	493,9	94,5	180,6	454,7
FDA ²	291,3	40,5	121,3	344,6
FDNi ³	142,6	10,9	10,3	307,5
Carboidratos não fibrosos	353,2	755,2	194,9	144,4
Carboidratos totais	847,1	849,8	375,5	599,0

¹Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; ²Fibra em detergente ácido; ³Fibra em detergente neutro indigestível.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00h (50%) e 16:00h (50%), na forma de ração completa, permitindo sobras de 10% do total da matéria natural ofertada. As sobras foram recolhidas e pesadas diariamente, antes da alimentação matinal, para ajustes da quantidade oferecida. Amostras de silagem foram coletadas diariamente e os ingredientes do concentrado a cada nova mistura. As sobras e as dietas ofertadas foram recolhidas diariamente, durante o período de coleta. Ao término de cada período experimental foi realizado uma amostra composta dos ingredientes do concentrado, sobras e dietas ofertadas. Em seguida as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72h e armazenadas para análise laboratorial.

3.3. CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

A coleta parcial das fezes foi coletada diretamente da ampola retal dos animais nos dias 12º, 13º e 14º de cada período experimental. Depois de colhidas, as amostras foram pesadas, pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h, pesadas novamente, homogeneizadas e processadas em moinho de facas tipo Willey com peneira com crivo de 2 mm de diâmetro. Posteriormente, foram compostas por animal e período, com base no peso da amostra seca ao ar, as quais foram acondicionadas em recipientes plásticos devidamente identificados para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais

Ingredientes (%MN)	Níveis de farelo de girassol (%)			
	0	33	67	100
Silagem de Milho	50,17	50,12	50,05	49,96
Milho Moído	27,91	25,32	22,04	18,30
Farelo de Soja	18,52	14,12	8,03	0
Farelo de Girassol	0	7,04	16,49	28,36
Mistura Mineral ¹	2,61	2,61	2,61	2,61
Bicarbonato de Sódio	0,78	0,78	0,78	0,78
Composição Nutricional (g/kg de MS)				
Matéria Seca, g/kg MN	578,9	580,1	581,8	583,8
Matéria Orgânica	915,6	915,9	916,5	917,4
Matéria Mineral	50,4	50,1	49,6	48,8
Proteína Bruta	169,2	166,3	161,7	154,3
Extrato Etéreo	14,3	14,4	14,4	14,5
FDN _{cp} ²	307,6	329,0	357,5	393,0
FDA ³	179,9	197,6	221,3	250,7
FDNi ⁴	75,5	96,6	125,1	160,6
Carboidratos Não Fibrosos	424,1	406,0	382,7	355,6
Carboidratos Totais	731,7	735,0	740,2	748,6
Nutrientes Digestíveis Totais ⁵	787,6	792,9	782,2	777,0

¹Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 73 g; Cálcio: 200 g; Sódio: 64 g; Enxofre: 15 g; Magnésio: 15 g; Flúor: 1.000 mg; Zinco: 3.520 mg; Cobre: 1.250 mg; Manganês: 1.300 mg; Ferro: 1.700 mg; Cobalto: 160 mg; Iodo: 186 mg; Selênio: 27 mg; Vitamina A: 134.000 UI; Vitamina D: 13.500 UI e Vitamina E: 1.330 UI. ²Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinza e proteína, ³Fibra em Detergente Ácido, ⁴Fibra em Detergente Neutro indigestível; ⁵Estimado a partir da proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína e carboidratos não fibrosos digestíveis.

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada como indicador interno para estimar a excreção de matéria seca fecal (MSF). Amostras dos ingredientes, sobras e fezes foram acomodadas em sacos de tecido não tecido (TNT – 100 g/m²), na proporção de 20 mg de MS de amostra/cm² e incubadas no rúmen de um bovino por 240 horas, conforme descrito por Casali et al. (2008). Após o período de incubação, os sacos foram removidos, lavados em água corrente e submetidos à análise de FDN conforme Van Soest et al. (1991). A MSF foi estimada através da expressão: MSF (kg/dia) = [FDNi consumida (kg/dia)/(%FDNi nas fezes/100)].

O consumo de MS e dos nutrientes foi calculado pela a diferença entre as quantidades fornecidas e as quantidades presentes nas sobras. Para a determinação do consumo em percentagem do peso vivo médio do animal (média entre os pesos inicial e final em cada período), bem como para o acompanhamento da variação de peso ao longo do período experimental, os animais foram pesados inicialmente no primeiro dia e ao final de cada período de coleta.

3.4. PARÂMETROS RUMINAIS

Foram colhidas amostras do líquido ruminal durante o 1º dia de coleta de cada período experimental, visando a determinação do pH, concentração de N-NH₃ e concentrações de AGCC sendo realizadas antes do fornecimento da dieta matinal (tempo 0) e após 2, 4, 6 e 8 horas, conforme método descrito por Silva & Queiroz (2002).

A análise de AGCC foi realizada na Universidade Federal de Viçosa, MG. Amostras referentes aos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 h, foram centrifugadas a 17.000 rpm por 15 minutos a 4°C. A partir do sobrenadante foram feitas as identificações e quantificações dos AGCC. A análise foi realizada em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, modelo SPD-10^a VP, acoplado ao detector ultra violeta, utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm. A coluna usada foi a C18 (fase reversa), marca SUPELCO, 30 cm x 7,9 mm de diâmetro. Foi utilizado como fase móvel o ácido sulfúrico 1% em água, fluxo na coluna de 0,8 mL/minuto, pressão de 105 kgf e volume injetado 20 µL.

3.5. BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA

Amostras spot de urina foram colhidas também nos 11^o dias aproximadamente 4 h após a alimentação matinal. A urina foi homogeneizada, filtrada em camadas de gaze e alíquotas de 10 mL foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, a fim de reduzir o pH para valores inferiores a três, evitando a destruição bacteriana dos compostos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas a -20°C para posteriores análises de nitrogênio total, alantoína, creatinina, ácido úrico e ureia.

As concentrações de nitrogênio total e a alantoína no leite e na urina foram quantificadas conforme métodos descritos por Silva & Queiroz (2002) e Chen & Gomes (1992), respectivamente, enquanto as concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia foram determinadas através de kits comerciais (Labtest®). A conversão da concentração sérica de ureia para nitrogênio ureico foi feita através de sua multiplicação pelo fator de conversão 0,467, que corresponde ao teor de N na ureia.

O volume urinário de cada animal, em L/dia, foi estimado multiplicando-se o respectivo peso vivo pela quantidade diária de creatinina excretada e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina na amostra spot de urina, em mg/L. Para a excreção diária de creatinina foi utilizada a média de 24,05 mg/kgPV, obtida por Chizzotti (2004) para vacas leiteiras.

A excreção total dos derivados de purina (DP) foi estimada pelo somatório das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia. As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram estimadas a partir da excreção dos DP (mmol/dia), através da equação proposta por Verbic et al. (1990): $Pabs = DP - (0,385 * PV^{0,75}) / 0,85$, em que $(0,385 * PV^{0,75})$ corresponde a contribuição endógena para excreção de purinas e 0,85, a recuperação de purinas absorvidas na forma de DP.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos (N_{mic} , g/dia) foi estimada através das purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia), usando a seguinte equação: $N_{mic} (g/dia) = (70 * Pabs) / (0,83 * 0,116 * 1000)$, onde 70 corresponde ao teor de N nas purinas (mgN/mmol), 0,83 corresponde a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 a proporção N purina:N total nas bactérias (CHEN & GOMES, 1992).

A síntese de proteína microbiana (P_{mic} , g/dia) foi obtida a partir da multiplicação da síntese ruminal de compostos nitrogenados (N_{mic} , g/dia) por 6,25 e a eficiência de síntese de proteína microbiana (E_{mic} g/kgNDT) foi calculada dividindo-se a síntese de proteína microbiana (P_{mic} , g/dia) pelo consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT, kg/dia). O balanço dos compostos nitrogenados (BN, g/dia) foi calculado pela diferença entre o total de nitrogênio consumido (N consumido) e o total excretado nas fezes (N fezes) e na urina (N urina).

3.6. ANÁLISE LABORATORIAL

Os ingredientes das dietas, as sobras e as fezes dos animais foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com os métodos descritos por Detmann et al. (2012). A FDN dos ingredientes concentrados foi determinada conforme Van Soest et al. (1991), utilizando α -amilase e ureia a 8 molar.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados através da equação proposta por WEISS (1999): $CNF(\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN_{cp})$ e $NDT(\%) = [PBD + (EED \times 2,25) + FDN_{cp}D + CFND]$, em que: %PB = proteína bruta, %EE = extrato etéreo, %MM = matéria mineral, %FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, PBD = proteína bruta digestível, EED = extrato etéreo digestível, FDN_{cp}D = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína digestível e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis. Os carboidratos totais (CHT) foram estimados de acordo com a equação de Sniffen et al. (1992): $CHT(\%) = [100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)]$.

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes às variáveis ruminais (pH, NAR e AGCC) foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, em que os níveis de substituição constituíram as parcelas e os tempos de amostragem as subparcelas. Os resultados referentes aos consumos de MS e nutrientes, coeficientes de digestibilidade, variáveis ruminais, balanço nitrogenado, síntese e eficiência de síntese de proteína microbiana foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o Software R (3.5.1). A escolha do melhor modelo foi feita com base no coeficiente de determinação e na significância observada a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico usado foi o seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + v_j + p_k + l + e_{ijkl}$$

Em que: Y_{ijk} = observação na vaca j , submetida ao tratamento i , no período k ; μ = média geral; t_i = efeito do tratamento ($i = 0\%$, 33% , 67% e 100% de substituição do farelo de soja por farelo de girassol); v_j = efeito do animal j ; p_k = efeito do período ($k = 1, 2, 3$ e 4); l = efeito do tempo (para os parâmetros ruminais); e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

Não houve efeito de tratamento para as variáveis de consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria orgânica, consumo de extrato etéreo, consumo de carboidratos totais e consumo de nutrientes digestíveis totais (Tabela 3). O que pode ser justificado pela ingestão semelhante de MS pelos animais nos diferentes tratamentos e pela semelhança no teor desses nutrientes nos ingredientes comparados, farelo de soja e farelo de girassol, e conseqüentemente, nas dietas formuladas (Tabelas 1 e 2).

Houve efeito linear decrescente para os valores de consumo de PB. O decréscimo do consumo de proteína bruta ocorreu devido a diferença no teor de proteína bruta nas dietas (Tabela 2). O farelo de soja possui um maior valor biológico quando comparado ao farelo de girassol, o que permite melhor aproveitamento do alimento. O aumento da inclusão do farelo de girassol pode ocasionar menor produção e qualidade do leite e/ou reduzir o ganho de peso dos animais, em razão do seu menor valor biológico, a variação média de ganho de peso total (peso final – peso inicial) reduziu com o aumento dos níveis de farelo de girassol na dieta (43, 33, 28 e 26 kg), uma redução de quase 40% do ganho de peso entre o tratamento com 0% de farelo de girassol e 100% de farelo de girassol.

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS) e consumo de nutrientes totais da dieta em função dos níveis de farelo de girassol na dieta

Variável	Níveis de Farelo de Girassol (%)				EPM	Valor p		Equação Regressão
	0	33	67	100		L	Q	
PV _{inicial}	760	780	786,5	790,5	ns	ns	ns	$\hat{Y} = 779,25$

PV final	803	812,5	814	816,5	ns	ns	ns	$\hat{Y}=811,50$	EPM:
CMS, kg d ⁻¹	15,12	14,71	15,05	14,99	0,09	ns	ns	$\hat{Y}=15,21$	erro
CMS, g kg ^{0,75}	10,00	9,71	9,85	9,92	0,06	ns	ns	$\hat{Y}=10,18$	padrã
CMS, % PC ²	1,88	1,82	1,84	1,86	0,01	ns	ns	$\hat{Y}=1,92$	o da
CMO (kg d-1)	13,93	13,55	13,86	13,82	0,08	ns	ns	$\hat{Y}=13,99$	média
CPB (kg d-1)	2,50	2,39	2,37	2,26	0,05	0,0098	ns	*	; p:
CEE (kg d-1)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,00	ns	ns	$\hat{Y}=0,24$	proba
CFDN (kg d-1)	4,82	4,97	5,49	5,98	0,27	0,0003	ns	**	bilida
CCHOT (kg d-1)	11,64	11,36	11,71	11,78	0,09	ns	ns	$\hat{Y}=11,76$	de; L:
CCNF (kg d-1)	6,82	6,39	6,21	5,80	0,21	0,0009	ns	***	efeito
CNDT (kg d-1)	12,22	11,92	12,46	12,10	0,11	ns	ns	$\hat{Y}=12,37$	linear;
%PB Dieta	16,92	16,63	16,17	15,43	-	-	-	-	Q:
%CNF dieta	42,41	40,6	38,27	35,56	-	-	-	-	efeito
Relação CNF:PB	2,51	2,44	2,37	2,31	-	-	-	-	quadr

S: consumo matéria seca; CPB: consumo proteína bruta; CMO: consumo matéria orgânica; CEE: consumo de extrato etéreo; CFDN: consumo fibra em detergente neutro; CCHT: consumo carboidratos totais; CCNF: consumo carboidrato não fibroso.

O perfil aminoacídico dos ingredientes, é um dos responsáveis pelo aumento da eficiência alimentar. A quantidade e qualidade dos aminoácidos absorvidos pelo organismo são fundamentais para que ocorra um bom aproveitamento da dieta fornecida (STIEVEN et al., 2011). Tavernari et al. (2008) avaliando o farelo de girassol encontrou uma relação lisina e metionina de 0,84:0,61, sendo que o preconizado para máxima eficiência da proteína metabolizável é de 3:1, um valor mais aproximado é encontrado no farelo de soja, 2,71: 0,61 (RODRIGUES et al., 2002). Embora, cada um dos 10 AAs essenciais em ruminantes tenha sido citado como limitante em alguns estudos, Metionina e Lisina são os mais frequentemente considerados como potencialmente limitantes para bovinos leiteiros. Na maioria das dietas, metionina e lisina são frequentemente considerados os primeiros AAs limitantes na secreção da proteína do leite (ALVES, 2004).

O consumo de CNF obteve efeito linear decrescente e o consumo de FDN efeito linear crescente (Tabela 2). O aumento do consumo de FDN se dá pelo maior teor de FDN presente no farelo de girassol (Tabela 1), o que implica na redução do teor de CNF e do seu consumo. O teor de FDN é altamente associado ao consumo de MS, possivelmente a granulometria dos

ingredientes permitiram uma maior taxa de passagem retículo-rúmen de forma que o aumento do consumo de FDN não comprometesse o consumo de MS nos animais estudados.

Não houve efeito de tratamento para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e CHOT (Tabela 4). O coeficiente de digestibilidade de CNF obteve efeito quadrático com ponto máximo de 97,0% de digestibilidade e inclusão de 65,1% de farelo de girassol. Valadares et al. (1999) avaliaram níveis de 24 a 43% de CNF e recomendaram 35% de CNF como nível ótimo para produção de nitrogênio microbiano, a adição do farelo de girassol reduziu o teor de CNF (Tabela 2), o que permitiu um valor mais próximo ao sugerido, o que pode ter favorecido elevação do coeficiente de digestibilidade do CNF.

O coeficiente de digestibilidade do EE obteve efeito linear crescente. Não houve diferença no teor de EE entre as dietas (Tabela 2) e o consumo de EE, do mesmo modo, não se diferenciou. O resultado pode ser relacionado a uma possível diferença no perfil de ácidos graxos entre o farelo de soja e girassol que permitiram um melhor aproveitamento e maior deposição de gordura, ou ainda, a síntese e incorporação de ácidos graxos pelos microrganismos ocasionada pela maior eficiência de síntese de proteína microbiana. A semente de girassol caracteriza-se pela alta relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (65,3%:11,6%) e os poliinsaturados são constituídos, quase totalmente, pelo ácido linoleico (65%). Além disso, apresenta aproximadamente 20% de ácido graxo saturado oleico (GUIZZO, 2013).

Aguiar et al. (2015) Avaliaram a composição do leite de vacas alimentadas com diferentes compostos nitrogenados, e observaram que a dieta afetou as concentrações do isômero C18:1 T10 - T11-T12 no leite, sendo superior quando farelo de girassol foi utilizado em comparação ao uso do farelo de soja e da ureia, o que pode sugerir a possibilidade de diferentes rotas de biohidrogenação.

Variável	Níveis de farelo de girassol (%)				EPM	Valor p		Equação Regressão
	0	33	67	100		L	Q	
CDMS	80,41	81,85	84,6	82,18	0,87	ns	ns	$\hat{Y}= 82,26$
CDPB	78,48	81,24	84,58	82,77	1,29	ns	ns	$\hat{Y}= 81,77$
CDMO	82,07	83,46	85,88	83,73	0,79	ns	ns	$\hat{Y}= 83,79$
CDEE	61,07	75,96	78,43	78,32	4,16	0,0183	ns	*

CDFDN	69,07	69,83	75,62	73,29	1,53	ns	ns	$\hat{Y}= 72,19$	Tabela 4. Coefic ientes de
CDCHT	83,94	84,7	86,84	84,63	0,63	ns	ns	$\hat{Y}= 85,14$	
CDCNF	94,38	96,28	96,79	96,38	0,54	ns	0,0295	**	

digestibilidade (CD) aparente da matéria seca e nutrientes de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

EPM: erro padrão da média; p: probabilidade; L: efeito linear; Q: efeito quadrático. $*\hat{Y}= 0,1537x + 65,402$; $**\hat{Y}= -0,0005x^2 + 0,0651x + 94,854$. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MO: matéria orgânica; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; CHT: carboidratos totais; CNF: carboidrato não fibroso.

4.2. PARÂMETROS RUMINAIS

Não houve efeito de tratamento nem de interação tratamento *versus* tempo de amostragem do líquido ruminal ($P>0,05$) sobre as concentrações ruminais dos ácidos acético, propiônico e butírico, assim como o somatório dos AG totais e a relação acetato/propionato (A:P), cujas médias foram 27,42 mmol/L; 8,36 mmol/L; 8,18 mmol/L; 43,96 mmol/L e 3,45, respectivamente (Tabela 5). Dos produtos da fermentação ruminal o acetato é o mais oxidado e sua formação resulta em máximo rendimento de ATP para a bactéria, o acetato é o AGCC em maior proporção no meio ruminal.

A concentração ruminal de ácido lático sofreu efeito quadrático em função do tempo e tratamento (Tabela 5), no entanto, não houve efeito de interação tempo x tratamento, o ponto máximo de concentração foram 5,76 mmol/L, no tempo 4,79 h com máxima concentração no nível de 49% de substituição. O CDCNF se comportou de forma semelhante ao ácido lático, podendo ter contribuído com o resultado encontrado, estes carboidratos tem alta taxa de degradação, que resulta em alta disponibilidade de hexoses para as bactérias. Nessas condições, grande parte do piruvato é reduzida por uma desidrogenase a lactato (KOSLOSKI, 2011).

O consumo de MS e a composição bromatológica equivalente nas dietas favoreceram para que não houvesse diferença significativa entre os níveis de farelo de girassol, o que demonstra a importância do uso do farelo de girassol, uma vez que não ocasionou prejuízo à síntese ruminal de ácidos graxos voláteis, fonte mais importante de energia para ruminantes, capaz de suprir em até 80% suas necessidades diárias (BERGMAN et al., 1990).

Variações no padrão fermentativo e na taxa de produção microbiana dos AGCC, assim como na relação A:P, têm sido associadas, principalmente, às diferenças na relação volumoso/concentrado e ao nível de lipídeo da dieta (KOSLOSKI et al., 2011)), que podem

provocar alterações significativas em parâmetros ruminais fundamentais no processo de fermentação da matéria orgânica, como o pH, influenciando diretamente os produtos deste processo. Além disso, segundo Bergman et al. (1990), o aumento da taxa de fermentação ruminal ocorre à medida que maior quantidade de substrato chega ao rúmen. Tais condições, no entanto, não ocorreram nesta pesquisa, cuja semelhança na composição nutricional das dietas, associada à mesma relação volumoso/concentrado (Tabela 2) e à ausência de efeito das dietas sobre o consumo de MS pelos animais canulados (15,12; 14,71; 15,05 e 14,99 kg/dia, respectivamente), proporcionaram condições ruminais semelhantes e, portanto, respostas parecidas nas variáveis em questão.

Tabela 5. Concentrações médias (mmol/L) de ácidos graxos de cadeia curta, relação acetato/propionato e N-NH₃ do líquido ruminal em função do tempo de amostragem e do nível de farelo de girassol da dieta

Variável	Tempo	Níveis de Farelo de Girassol				Média Tempo	EPM	P Value ¹				Equação Regressão
		0	33	67	100			Trat		Hora		
								L	Q	L	Q	
Ácido acético	0	28,88	22,22	24,45	26,06	25,40	1,40					
	2	29,72	26,00	27,22	29,54	28,12	0,91					
	4	24,89	27,42	32,14	31,94	29,10	1,77					
	6	26,44	31,87	33,38	28,08	29,94	1,61	0,5578	0,9888	0,9840	0,0075	*
	8	25,88	25,30	24,28	22,68	24,53	0,70					
Média Níveis		27,16	26,56	28,29	27,66	27,42	0,37					
Ácido propiônico	0	9,26	6,82	7,51	6,99	7,64	0,56					
	2	8,59	8,56	8,38	8,69	8,56	0,07					
	4	8,29	8,88	8,22	9,15	8,63	0,23					
	6	7,74	9,86	9,82	9,94	9,34	0,53	0,7536	0,9457	0,7200	0,0925	Ŷ=8,36
	8	7,26	7,40	8,38	7,52	7,64	0,25					
Média Níveis		8,23	8,30	8,46	8,46	8,36	0,06					
Ácido butírico	0	11,71	9,26	11,96	10,53	10,87	0,62					
	2	6,93	8,15	7,59	9,22	7,97	0,48					
	4	6,87	7,18	7,64	6,29	7,00	0,28					
	6	8,02	8,53	8,17	6,81	7,88	0,37	0,9612	0,9344	0,0065	0,0368	**
	8	7,69	6,94	6,67	7,49	7,20	0,24					
Média Níveis		8,24	8,01	8,41	8,07	8,18	0,09					
Ácido láctico	0	4,38	3,78	4,47	2,99	3,91	0,34					

	2	4,28	5,50	4,84	4,14	4,69	0,31	0,6264	0,0048	0,0768	0,0129	***
	4	4,37	6,13	6,40	4,87	5,44	0,49					
	6	4,39	7,31	8,21	5,43	6,33	0,87					
	8	3,67	5,04	4,29	5,04	4,51	0,33					
Média Níveis		4,22	5,55	5,64	4,49	4,98	0,63					
<hr/>												
	0	49,84	38,29	43,91	43,58	43,91	2,36					
	2	45,24	42,71	43,19	47,45	44,65	1,08					
AG totais	4	40,05	43,49	48,00	47,37	44,73	1,85	0,6422	0,9530	0,3436	0,0858	$\hat{Y} = 43,96$
	6	42,20	50,27	51,38	44,82	47,17	2,19					
	8	40,83	39,63	39,33	37,69	39,37	0,65					
Média Níveis		43,63	42,88	45,16	44,18	43,96	0,48					
<hr/>												
	0	3,14	3,38	3,40	3,77	3,42	0,13					
	2	3,62	3,17	3,33	3,69	3,45	0,12					
Relação A:P6	4	3,41	3,22	4,33	3,68	3,66	0,24	0,8815	0,8372	0,7289	0,4472	$\hat{Y} = 3,45$
	6	3,59	3,30	3,61	3,00	3,38	0,14					
	8	3,67	3,52	3,06	3,13	3,34	0,15					
Média Níveis		3,49	3,32	3,54	3,45	3,45	0,05					
<hr/>												
	0	12,10	12,10	13,27	12,15	12,41	0,29					
	2	19,29	14,73	20,91	17,34	18,07	1,33					
N-NH3	4	17,78	17,96	17,26	14,25	16,81	0,87	0,0561	0,1045	0,0125	0,0023	****
	6	10,51	10,87	12,62	8,03	10,51	0,95					
	8	10,26	10,80	14,93	10,49	11,62	1,11					
Média Níveis		13,99	13,29	15,80	12,45	13,88	1,76					

AG: ácidos graxos; EPM: erro padrão da media; Trat = tratamento; $*\hat{Y} = -0,2928x^2 + 2,3466x + 25,059$; $**\hat{Y} = 0,1121x^2 - 1,2676x + 10,564$; $***\hat{Y}_{trat} = -0,0907x^2 + 0,8683x + 3,6801$; $\hat{Y}_{hora} = -0,0006x^2 + 0,0588x + 4,2189$; $****\hat{Y} = -0,2527x^2 + 1,5645x + 13,687$. ¹Não houve efeito de interação Tratamento x Tempo.

O efeito de interação tratamento versus tempo de amostragem sobre o pH do líquido ruminal não foram significativos ($P > 0,05$), portanto, procedeu-se à análise de regressão em função do tempo, o que revelou um comportamento quadrático ($P = 0,0007$). com pH mínimo (6,34) ocorrendo 5,4 horas após a alimentação (Figura 1) como resposta à elevação da concentração ruminal de ácidos graxos.

Após o fornecimento das dietas houve um aumento na concentração de ácido acético, butírico e láctico, devido a maior disponibilidade de substrato para os microrganismos, o que pode explicar a maior taxa de queda do pH. Próximo ao segundo fornecimento das dietas a concentração dos AGCC diminuíram e basificou o meio ruminal. As dietas foram formuladas contendo bicarbonato de sódio, um tamponante alcalino, responsável por evitar as quedas bruscas de pH, por essa razão as oscilações foram baixas.

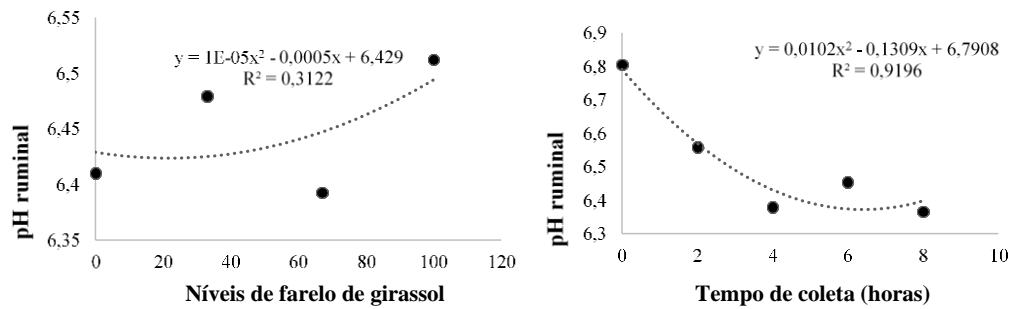


Figura 1. Estimativa da concentração de pH ruminal em função dos níveis de farelo de girassol e do tempo.

A concentração ruminal de nitrogênio amoniacal (NAR) sofreu efeito quadrático em função do tempo (Tabela 5), no entanto, não houve efeito de interação tempo x tratamento. O ponto máximo de concentração foram 16,11 mg/dL, no tempo 3,1 h. A variação na concentração de NAR no tempo se dá pela maior disponibilidade de substrato logo após o fornecimento das dietas, o aumento de proteína disponível no ambiente ruminal, favorece a desaminação dos aminoácidos pelos microrganismos e a conversão em NAR.

Parte da amônia liberada no rúmen não pode ser usada pelos microrganismos e é transformada em uréia no fígado. A maior parte que não é utilizada pelo animal é excretada como uréia, outra parte pode ser reciclada via saliva (MCDONALD, 1995).

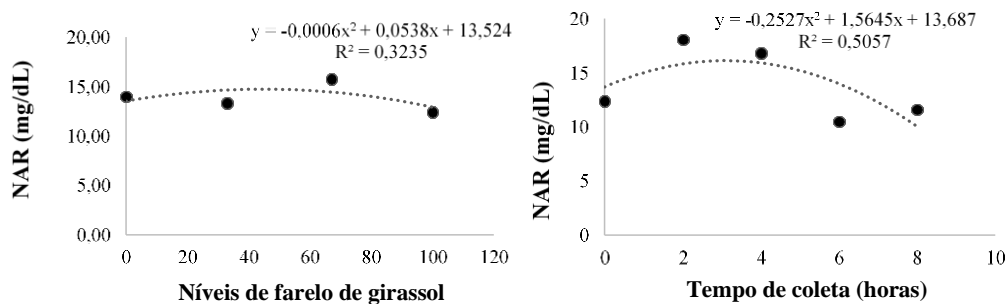


Figura 2. Estimativa da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função dos níveis de farelo de girassol e do tempo.

4.3 BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA

O nitrogênio microbiano (NMic), proteína microbiana (PMic) e a eficiência de síntese de proteína microbiana foram influenciadas pelos níveis crescentes de farelo de girassol

($P < 0,05$), com efeito linear crescente (Tabela 6). Estimular a produção de proteína microbiana é importante por ser a melhor fonte de aminoácidos disponíveis para síntese e produção de leite, uma vez que possui bom perfil de aminoácidos (ANTUNES, 2017).

Tabela 6. Síntese e eficiência de síntese de proteína microbiana (**g/dia**) de vacas leiteiras submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Variável	Níveis de Farelo de Girassol (%)				EPM	Valor p		Equação Regressão
	0	33	67	100		L	Q	
Nmicr	212,23	299,44	296,90	448,89	49,21	0,0455	ns	$\hat{Y} = 2,1136x + 208,68$
Pmicr	1326,44	1871,48	1855,64	2805,54	307,54	0,0455	ns	$\hat{Y} = 13,21x + 1304,3$
EfSinPmicr	107,10	151,35	153,93	228,68	25,21	0,0473	ns	$\hat{Y} = 1,0977x + 105,38$

A ingestão de nitrogênio (IN) decresceu linearmente com o aumento do farelo de girassol em substituição a soja (Tabela 7), refletindo na excreção de nitrogênio fecal, que também teve efeito linear decrescente. Normalmente a maior parte do nitrogênio consumido pelos animais é convertido em amônia pelas bactérias ruminais. Cerca de 40 a 100% do nitrogênio bacteriano é derivado da amônia, utilizam a amônia para o seu crescimento (25% das espécies), 90% para a sua síntese de compostos nitrogenados.

De acordo com o CQBAL o farelo de soja e de girassol possuem 19,30 e 44,70% de fração solúvel A de PB. A fração A da PB dos coprodutos utilizados nas dietas experimentais é totalmente convertida em nitrogênio amoniacal no rumém, sendo este utilizado, em condições ruminais ideais, pelas bactérias fibrolíticas para degradar a fibra e para sintetizar proteína de origem microbiana, quando há disponibilidade de energia e esqueletos de carbono (KOLOSKY, 2002).

Não houve efeito dos tratamentos sobre o balanço de nitrogênio ($P > 0,05$). Embora tenha havido alteração na excreção de N_{fecal} e $NU_{\text{Urinarío}}$, houve um equilíbrio, de modo a não afetar significativamente essa variável. O balanço positivo de nitrogênio indica que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso nos animais, indicando que provavelmente as exigências de proteína nas dietas foram satisfeitas (VASCONCELOS et al., 2010).

Tabela 7. Ingestão, excreção e balanço de nitrogênio (**g/dia**) de vacas leiteiras submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Níveis de Farelo de Girassol (%)				EPM	Valor p		Equação Regressão
	0	33	67	100		L	Q	
IN	399,57	383,10	379,76	361,48	7,81	0,0090	ns	$\hat{Y} = -0,3516x + 398,56$
EN Fecal	79,95	74,09	63,71	65,60	3,78	0,0094	ns	$\hat{Y} = -0,1603x + 78,851$
EN Urina	143,06	236,80	172,38	192,82	19,70	ns	ns	$\hat{Y} = 0,2497x + 173,78$
ENU Urina	140,47	178,44	179,22	143,96	10,60	ns	0,0211	$\hat{Y} = -0,0166x^2 + 1,6897x + 140,53$
BN	176,56	72,20	143,66	118,81	21,99	ns	ns	$\hat{Y} = 0,018x^2 - 2,0979x + 162,68$

ns: não significativo; IN: ingestão de nitrogênio; EN: excreção de nitrogênio

A concentração da $ENU_{\text{Urinarío}}$ sofreu efeito quadrático em função dos tratamentos ($P < 0,05$), atingindo a máxima concentração (183,53 mg/dL) no nível de 50,89% de substituição. A $ENU_{\text{Urinarío}}$ possui alta correlação com a excreção de NUP, normalmente, médias altas de NUP estão associadas a dietas com elevados níveis de proteína degradável no rúmen, juntamente com a falta de quantidades de matéria orgânica fermentável no rúmen. Todavia, quantidades mais elevadas de PNDR, assim como de PDR, podem gerar a mesma condição, pois excessos de nitrogênio, tanto de origem ruminal como pós-ruminal, são eliminados do organismo pelo mesmo processo de síntese hepática de ureia (ROSELER et al., 1993).

Do percentual de PDR presente na PB do farelo de soja e de girassol, o farelo de girassol possui o maior valor, 86,07 para o farelo de soja e 65,72 para o farelo de soja (CQBAL), a substituição do farelo de soja por farelo de girassol aumenta o percentual PDR na PB da dieta, o que resulta em uma melhor eficiência de síntese de proteína microbiana. Possivelmente, o crescimento linear de proteína microbiana aumentou a quantidade de proteína metabolizável, acarretando maior desaminação dos aminoácidos e uma maior excreção de ureia na urina, o que explica o aumento da sua excreção até o nível de 67% de substituição, a redução no nível de 100% de substituição pode está associada, ao efeito quadrático do CDCNF, que também obteve efeito quadrático (Tabela 4).

5. CONCLUSÃO

O farelo de girassol em substituição ao farelo de soja, na dieta de vacas leiteiras confinadas, pode ser usado sem alterar, de forma prejudicial ao animal, as variáveis estudadas.

6. LITERATURA CITADA

- AGUIAR, A. C. R. ; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CALDEIRA, L. A.; ALMEIDA FILHO, S. H. C.; RUAS, J. R. M.; SOUZA, V. M.; COSTA, M. D.; PIRES, D. A. A. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.16, n.3, p.591-605 jul./set., 2015.
- ALVES, D.D. Nutrição aminoacídica de bovinos. **Revista Brasileira de Agrociência.** v.10, n.3, p.265-271, 2004.
- ANTUNES, A. P. DA S. Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo. Itapetinga-BA.114p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia)- Universidade estadual do sudoeste da Bahia, 2017.
- BERGMAN, E. . Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v. 70, p. 567–590, 1990.
- CARVALHO, M.A. Girassol: proposta de preço mínimo safra 2006/2007. Disponível:<www.conab.gov.br/conabweb/download/precos_minimos/proposta_de_precos_minimos_safra_2006_07_girassol.pdf> Acesso em: 27/05/2017.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.
- CATI, DSMM - Secretaria de Agricultura e Abastecimento (Informativo Técnico). 2001.
- CHALUPA, W.; SNIFFEN, C.J. Protein and amino acid nutrition of lactating dairy cattle in dairy nutrition management. **Veterinary Clinics of North America**, v.7, n.2, 353-372, 1991.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details. Aberdeen: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit. 21p, 1992.
- CHIZZOTTI, M.L. Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras. Viçosa, MG. 132p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CONAB. Conjuntura mensal: 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28/07/2014.
- COSTA, R. V.; SILVA, J. A.; GALATI, R. L.; SILVA, C. G. M.; DUARTE JÚNIOR, M. F. Girassol (*Helianthus annuus L.*) e seus coprodutos na alimentação animal. **PubVet** Maringá, v. 9, n. 7, p. 303-320, Jul., 2015.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análises de alimentos** - INCT – Ciência Animal. Editora UFV.214p. 2012.
- DOMINGUES, A. R.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S. .; BARBOSA, M. A. A. F. MORI, R. M.; VIEIRA, M. T. L.; SILVA, J. A. O. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de ureia plasmática em novilhos alimentados com diferentes níveis

de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1059–1070, 2010.

FIRKINS, J.L.; ALLEN, M.S.; OLDICK, B.S.; ST-PIERRE, N.R. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. Symposium: evaluation of quantitative estimates for meeting amino acid requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 81, p. 3350-3369, 1996.

GARCIA, J.A. Farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. Jaboticabal-SP. 57p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, 2001.

GARCIA, J. A. S. G., VIEIRA, P. F. V., CECON, P. R., MELO, G. M .P., MARTINS, A. S., SETTI, M. C. Digestibilidade aparente do farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira** v. 5, n. 3, p. 123-129, jul./set, 2004.

GOES, R. H. DE T. E B. DE; TRAMONTINI, R. DE C. M.; ALMEIDA, G. D. DE; CARDIM, S. T.; RIBEIRO, J.; OLIVEIRA, L. A. DE; MOROTTI, F.; BRABES, K. C. DA S.; OLIVEIRA, E. R. DE. Ruminal degradability of dry matter and crude protein of different by-products fed to steers. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 715–725, 2008.

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **Soja : quebrando recordes : CESB: 10 anos de máxima produtividade**. Realização Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB), Brasil, 216p, 2018.

GUIZZO, M. M. Efeitos das rações contendo oleaginosas (soja, girassol ou algodão) nas características da carne (*M. Longissimus*) de cordeiro. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pecuária Municipal-Indicadores-Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro. p.1-47, 2016.

KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 3º edição revisada e ampliada, 139p, 2011.

MANDARINO, J. M. G. Características bioquímicas e nutricionais do óleo e do farelo de girassol. **EMBRAPA-CNPSO**. Documentos, 1992.

McDONALD et al. **Animal Nutrition**. 5th ed. Longman Scientific and Technical: New York. 607p, 1995.

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Wole sunflower seeds for high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.65, n.8. 1982. p.1479-1483, 1982.

MENDES, A. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; FEITOSA, J. V. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 692–702, 2005.

MOTA, D. A.; FRAGATA, N. P.; MELO, T. V.; DOMINGUES, F. N.; BENTO, C. P.; SILVA, J. B. Perfil metabólico de novilhas alimentadas com diferentes fontes proteicas Metabolic. **Revista Agrarian**, v. 11, p. 371–379, 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh re ed. Washington: [s.n.]. 2001.

- OLIVEIRA, A.S., PINA, D.S., CAMPOS, J.M.S. Coprodutos do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, 5, 2010, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, p.420-461, 2010.
- OLIVEIRA, M.F., VIEIRA, O.V. **Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa**. Embrapa Soja, Londrina, Documentos 237, 2004.
- PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. et al. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.3, p.306-312, 1991.
- PIRES, A.V.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAÚJO R.C.; GOULART, R.G.D. Substituição do farelo de soja por ureia ou amireia na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.937-942, 2004.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; SANTANA, R. T.; NUNES, R. V. Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros da Soja e Subprodutos, Determinados com Galos Cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 970–981, 2002.
- RIBEIRO, K.G., GARCIA, R., PEREIRA, O.G. et al., Consumo e digestibilidades aparentes total e parcial, de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de capim tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30(2):p.533-540, 2001.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.255-284, 2006.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 2. Ed., Viçosa, MG: UFV, 178p, 2002.
- SILVA, F.M.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; PESSOA, R.A.S.; GOMES, L.H.S.; OLIVEIRA, J.C.V. Replacement of soybean meal by cottonseed meal in diets based on spineless cactus for lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1995-2000, 2009.
- SNIFFEN, C. J.; O’CONNOR, J. D.; SOEST, P. J. VAN; A.L. E. A net carbohydrate and protein system for an evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 3562–3577, 1992.
- SOUSA, C.C. Avaliação econômica parcial de dietas com o farelo e a torta de girassol, na alimentação de vacas leiteiras. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 33p, 2008.
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES, R.F.D. et al. Casca de café em dietas para vacas em lactação: balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1860-1865, 2006.
- STIEVEN, I. C. B.; ROSSI JUNIOR, P.; FERNANDES, S. R.; ZANETTI, G. F.; SANTANA, M. H. DE A. Exigência e absorção de aminoácidos em bovinos. **PUBVET**, v. 5, 2011.

- TAVERNARI, F. D. C.; ALBINO, L. F. T.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; LELIS, G. R.; NERY, R. L.; MAIA, R. C. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, p. 638–647, 2008.
- VALADARES FILHO, S.C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed). Simpósio internacional de digestibilidade em ruminantes, Lavras, MG. Anais... Lavras: FAEPE, p.87– 113. 1997.
- VANSOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583–3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, NY: Cornell University, 476p, 1994.
- VARGA, G.A. AND KOLVER, E.S. Microbial and animal limitations to fiber digestion and utilization. **Journal of Nutrition**, 127, p.819-823, 1997.
- VASCONCELOS, A. M. DE; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. DE C.; VALADARES, R. F. D.; DIAS, M.; MORAIS, D. A. E. F. Parâmetros ruminais , balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 425–433, 2010.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- WEISS, W.P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.830-839, 1998.
- ZARDO, T. Extração de compostos fenólicos das tortas de canola e girassol e avaliação da aplicação *in vitro* do extrato obtido. **Tese (doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia. Porto Alegre, 2018.**