

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EVERLINE INÊS ECKSTEIN

**ALTERNATIVAS DE FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA**

Marechal Cândido Rondon

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EVERLINE INÊS ECKSTEIN

**ALTERNATIVAS DE FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Orientadora: Profa. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom

Marechal Cândido Rondon

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

E19a

Eckstein, Everline Inês

Alternativas de fontes proteicas na alimentação de ruminantes em substituição ao farelo de soja. / Everline Inês Eckstein. Marechal Cândido Rondon, 2017.

56 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maximiliane Alavarse Zambom

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017.

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

1.Ruminantes – Alimentação e ração. I. Zambom, Maximiliane Alavarse. II. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. III. Título.

CDD 20.ed. 636.20852

CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio – CRB 9^a/96

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EVERLINE INÊS ECKSTEIN

ALTERNATIVAS DE FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós Graduação *stricto sensu* em Zootecnia para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Marechal Cândido Rondon, 23 de Março de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom
Orientadora – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Dr.^a Mirna Adriane Syperreck
Membro da banca – Pós doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Willian Gonçalves do Nascimento
Membro da banca – Universidade Federal do Paraná

Aos meus pais, *Inácio e Inês*, pelo amor,
força e coragem que demonstram no dia a dia,
me incentivando a seguir a vida.

Aos meus irmãos, *Everton e Ilton*,
pelo companheirismo e desentendimentos, que me fazem admirá-los.

Às minhas cunhadas *Evelin, Kellen e Joice*, e meus sobrinhos *Emanuel e Eliel*,
por proporcionarem mais alegrias a minha família.

A minha avó *Silvia*, pelo exemplo de vida e luta.

Ao meu namorado, *Giovan*, pela ajuda, incentivo e compreensão,
para conseguir realizar esse sonho.

Obrigada por tudo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e pelas minhas conquistas.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade de graduação em Zootecnia e também ao mestrado.

À professora Maximiliane Alavarse Zambom, pela paciência, ensinamentos e orientações, oportunidades e amizade.

Ao secretário da pós graduação, Paulo Henrique Morsch, pela atenção e especialmente pela paciência.

Aos membros do grupo de estudos e pesquisa QUALHADA, Mirna A. Syperreck, Andressa Faccenda, André S. de Ávila, Caroline H. Werle, Jessica Garcias, Cibele R. Schneider, Luana Muxfeld, Samantha M. M. Sunahara, Fernando A. Anschau, Josias L. Fornari, Ana R. E. Almeida, Kleves V. Almeida, Ricardo Dri, Dieisson G. Grunevald, Luciane M. Stumpf, Maria L. Fischer, Angela F. Storti, Gabriele L. Hoelscher, Pâmela R. Schneider, Ana C. Souza, Taiara L. Scherer, Thyelle Tomiazzi, Alana L. Schmitd, Jessica G. Dessbesell, Rodrigo C. R. Tinini, Maichel J. Lange, Tiago Venturini e Vanice Fülber, e aos membros que já passaram pelo grupo Tatiane Fernandes, Deise D. Castagnara, André Dias, Marcelo M. Stum, Marcel M. de Brito, Alan G. Gish, Graziely Godoi, Jaqueline Wagner e Jaqueline R. Bergmann, pelos momentos alegres, pelas críticas, pelos dias no laboratório, pelos dias na fazenda experimental, principalmente pela confiança e amizade, sem vocês eu não teria conseguido nada.

Aos funcionários da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pela colaboração, em especial ao que mais se fizeram presente no setor de bovinocultura de leite, Giovan, Emerson, Lidiane e Valdir.

Minha eterna gratidão!

RESUMO

Objetivou-se avaliar fontes proteicas na dieta de ruminantes em substituição ao farelo de soja, tais como: os grãos secos de destilaria com solúveis de milho, o farelo de algodão de alta energia e a ureia pecuária protegida, com relação à ingestão e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, produção de leite, síntese microbiana, parâmetros sanguíneos, parâmetros ruminais e viabilidade econômica parcial das dietas. Foram utilizadas quatro vacas da raça Holandês, aos 145 ± 25 dias de lactação e quatro bois da raça Jersey, providos de cânula ruminal, distribuídos no delineamento experimental em quadrado latino (4x4) com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais com 21 dias cada. Os tratamentos utilizados foram a substituição do farelo de soja pelos grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho ou farelo de algodão de alta energia (FAAE) ou ureia pecuária protegida (Ur) no concentrado + farelo de soja para suprir a exigência animal. Verificou-se diferença para a ingestão de extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) pelos nutrientes presentes em cada alimento, assim como na digestibilidade do EE. A produção de leite corrigida apresenta diferença entre os tratamentos, em função da quantidade de EE dos alimentos. Para os parâmetros sanguíneos, obteve diferença para os valores de colesterol e ureia. O pH ruminal não apresentou diferença entre as dietas. Contudo, houve efeito apenas para a variável no tempo, apresentando efeito quadrático. O comportamento do nitrogênio amoniacal apresentou interação com os tempos de avaliação após o fornecimento da ração, apenas para as 2 horas após a alimentação, obtendo efeito quadrático para o tratamento com ureia, que se mostrou mais elevada que as demais, pela ocorrência de melhor sincronismo microbiano do concentrado. Para viabilidade econômica parcial, o ponto de equilíbrio foi obtido no tratamento com DDGS. As diferentes fontes proteicas utilizadas, os grãos secos de destilaria com solúveis, o farelo de algodão de alta energia e a ureia pecuária protegida podem substituir o farelo de soja na alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: bovinos, extrato etéreo, parâmetros, proteína, substituição

ALTERNATIVES OF PROTEIN SOURCES IN THE SUPPLY OF RUMINANTS IN SUBSTITUTION TO SOYBEAN MEAL

ABSTRAT

The objective of this study was to evaluate protein sources in the diet of ruminants in substitution of soybean meal, such as: dry distillery grains with solubles, high energy cotton meal and protected livestock urea, in relation to intake and apparent digestibility dry matter and nutrients, milk production, microbial synthesis, blood parameters, ruminal parameters and partial economic viability of the diets. Four Holstein cows were used at 145 ± 25 days of lactation and four Jersey steers with a ruminal cannula, distributed in the experimental design in the Latin square (4x4) with four treatments and four experimental periods with 21 days each. The treatments used were the substitution of soybean meal by dried distillery grains with solubles (DDGS) of corn or high energy cotton meal (HECM) or protected urea (Ur) in the concentrate + soybean meal to meet the animal requirement. There was a difference in the intake of ethereal extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) by the nutrients present in each food, as well as EE digestibility. Corrected milk production showed a difference between treatments, depending on the amount of EE of the food. For the blood parameters, it was different for the values of cholesterol and urea. Ruminal pH had no difference among diets. However, there was only effect for the variable in time, presenting quadratic effect. The behavior of the ammoniacal nitrogen showed interaction with the evaluation times after the feed, only for 2 hours after the feed, obtaining a quadratic effect for the treatment with urea, which was higher than the others, due to the occurrence of better synchronization concentration of the concentrate. Regarding the partial economic viability, the break-even point was obtained in the treatment with DDGS. The different protein sources used, dried distillers grains with solubles, high-energy cottonseed meal and protected livestock urea can substitute soybean meal for ruminant feed.

Key-words: bovine, ethereal extract, parameters, protein, substitution

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Alimentos na alimentação animal	8
2.1.1 Farelo de soja	8
2.1.2 Grãos Secos de Destilaria com Solúveis (DDGS) de Milho.....	9
2.1.3 Farelo de Algodão de Alta Energia	11
2.1.4 Ureia	13
REFERÊNCIAS	15
3. DIFERENTES FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO	18
DIFFERENT PROTEIN SOURCES IN LACTATION COW FEED	19
3.1 Introdução	20
3.2 Material e métodos.....	21
3.3 Resultados e discussão	27
3.4 Conclusão.....	36
4. CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL EM BOVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES PROTEICAS NA DIETA	40
CONSUMPTION, DIGESTIBILITY AND RUMINAL FERMENTATION PARAMETERS IN BOVINE FED WITH DIFFERENT PROTEIN SUPPLIES IN THE DIET	41
4.1 Introdução	42
4.2 Material e Métodos	42
4.3 Resultados e Discussão	46
4.4 Conclusão.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54

1. INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil é uma das principais atividades pecuaristas de pequenos e médios produtores, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), até o 3º trimestre do ano de 2016, obteve a quantidade de leite cru acima de 16,9 milhões de litros, dos quais, as maiores concentrações estão localizadas no Estado de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Santa Catarina, com valores de 4,48, 2,40, 2,00, 1,86 e 1,80 milhões de litros, respectivamente. No Estado do Paraná, no ano de 2014, concentraram-se as maiores produções de leite cru nas cidades de Castro, Carambeí, Marechal Cândido Rondon, Cascavel e Toledo, com 239, 130, 113, 98,9 e 98,8 milhões de litros produzidos naquele ano. No município de Marechal Cândido Rondon, a produção animal por ano, se aproximou dos 5 mil litros (IBGE, 2015 e IBGE, 2016).

O ingrediente proteico mais completo e tradicionalmente utilizado na produção animal é o farelo de soja, porém com as grandes exportações, encontrando-se esse produto com um valor elevado no mercado. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), em seu relatório de janeiro de 2017, apresentou o aumento de 1,10 milhão de toneladas na produção, valor de 9,41% maior que o estimado para na safra 15/16 na exportação brasileira de soja, com o seu principal comprador, a China.

No Brasil é bastante expressiva a produção de cereais, leguminosas e oleaginosas. No ano de 2016, foram produzidos 63 milhões de toneladas de milho, aproximadamente 96 milhões de toneladas de soja e 3,3 milhões de toneladas de algodão. As maiores produções de milho, soja e algodão se encontram no Estado do Mato Grosso, com 15,3, 26,8 e 2,2 milhões de toneladas, em 2º o Estado do Paraná, com 13,7 e 16,8 milhões de toneladas, para milho e soja, e a Bahia com 795,2 mil toneladas de algodão (IBGE, 2017).

O beneficiamento dessas matérias-primas geram subprodutos que podem ser utilizados pelos animais ruminantes como uma alternativa de aproveitamento e diminuição da competição alimentícia. A utilização de subprodutos requerem estudos que possam garantir a seguridade da produção e dos produtos produzidos, sem interferir na saúde animal proporcionando o bem estar dos mesmos.

Para os animais, a proteína oferecida na dieta tem o papel de garantir que os aminoácidos que não são produzidos pelo organismo, possam fazer que ocorra a manutenção dos tecidos musculares e nervosos, assegurando a máxima produção. O processo de degradação ruminal é relativamente eficiente, onde as enzimas proteolíticas que reduzem as

proteínas a peptídeos, e estes são proteolisados por bactérias que degradam proteínas até aminoácidos, degradando-se em amônia e esqueletos carbônicos, onde a amônia pode ser utilizada para a síntese microbiana, quando há sincronização de proteína e energia. A partir dessas informações, tem-se o interesse de inserir novas fontes proteicas na alimentação animal, sem que essas possam interferir na manutenção e produção de carne e leite dos mesmos.

Objetivou-se avaliar a ingestão e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, a produção de leite, a síntese microbiana, os parâmetros sanguíneos, os parâmetros ruminais e a viabilidade econômica parcial das fontes proteicas na dieta de ruminantes, tais como: os grãos secos de destilaria com solúveis de milho, o farelo de algodão e a ureia pecuária protegida na dieta de ruminantes em substituição ao farelo de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentos na alimentação animal

2.1.1 Farelo de soja

A região Oeste do Paraná tem grande influência na produção leiteira, e também na produção de grãos, principalmente a soja, um dos produtos mais completos para a alimentação humana e animal. A soja (*Glycine max*), pertencente à família das leguminosas, é uma fonte de concentrado proteico das dietas, apresentando média de 91,00% de MS, 38,50% de PB, 19,00% de EE e FDN, 12,00% de FDA e NDT de 90,50% (Valadares Filho et al., 2017). O principal produto resultante do processamento é a extração do óleo de soja, a partir dele tem-se o farelo de soja. Segundo Valadares Filho et al. (2017), sua composição é de, em média, 88,50% MS, 48,00% PB, 1,89% EE, 15,00% de FDN, 8,70% FDA e 80,00% de NDT.

Para se obter o produto, os grãos primeiramente são passados por um processo de recepção e classificação, onde são apuradas as suas qualidades de fácil observação, como umidade, impurezas e quebras, separando os melhores grãos dos demais. Seguindo o processo os grãos já selecionados passam por uma secagem, para reduzir o teor de umidade e assim serem melhores acondicionados e menores os riscos de invasores que possam danificá-los, e são armazenados. Ou caso já sejam processados, após, passam novamente pela secagem,

diminuindo ainda mais a matéria úmida do produto, onde são quebrados e descascados (casca de soja), condicionados e laminados (rompimentos dos tecidos e paredes das células) para passar pelo processo de extração do óleo. A extração consiste no esmagamento mecânico, que resulta em dois produtos: o óleo e a torta de soja, que contém uma quantidade de extrato etéreo maior que o farelo, e a partir da torta, por meio de um solvente orgânico, o hexano (hidrocarboneto alcano), obtêm-se o farelo de soja. (EMBRAPA, 2015).

O processo de beneficiamento para se obter o farelo de soja está apresentado na figura abaixo (Figura 1).

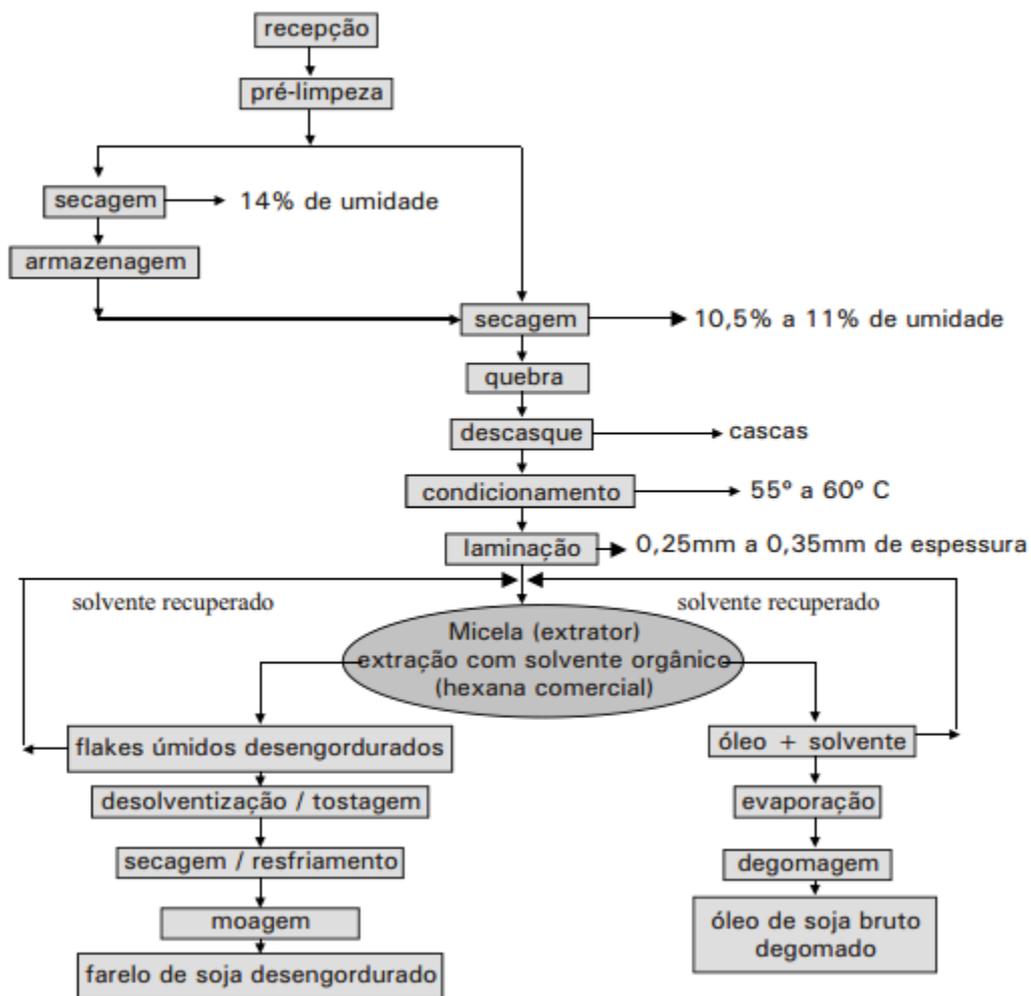


Figura 1. Etapas do processamento da soja.
Fonte: Embrapa - Londrina, 2015.

2.1.2 Grãos Secos de Destilaria com Solúveis (DDGS) de Milho

Os grãos de destilaria secos com solúveis de milho é um alimento alternativo e é obtido a partir do processo de beneficiamento do milho para a produção do etanol. Esse processamento ocorre de duas maneiras: moagem de grãos secos e grãos úmidos, o primeiro é de mais fácil obtenção e o segundo necessita de equipamentos mais sofisticados e seu resíduo resulta em um produto denominado *Wet Distillers Grains* (WDG), um resíduo úmido de grãos sem solúveis (Rausch & Belyea, 2006; Alves et al., 2012).

Para ajudar na obtenção do etanol, o milho passa por várias etapas, primeiro a entrada e moagem do milho na destilaria, após passa pelo processo de liquefação e fermentação, neste com a ajuda da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, para que possa ser transformada em etanol e dióxido de carbono (CO₂), onde ocorre a destilação propriamente dita, formando o etanol e o resíduo. A partir do resíduo, ele passa por uma centrifugação, onde se divide em resíduo leve e pesado. O leve passa pelo processo de evaporação e tem-se o destilado solúvel condensado, já no resíduo pesado são considerados grãos destilados úmidos que pode passar por uma secagem deixando os grãos destilados secos. Após essas duas etapas se juntam novamente para formar o DDGS (*distiller's dried grain with solubles*), conforme a figura abaixo (Figura 2).

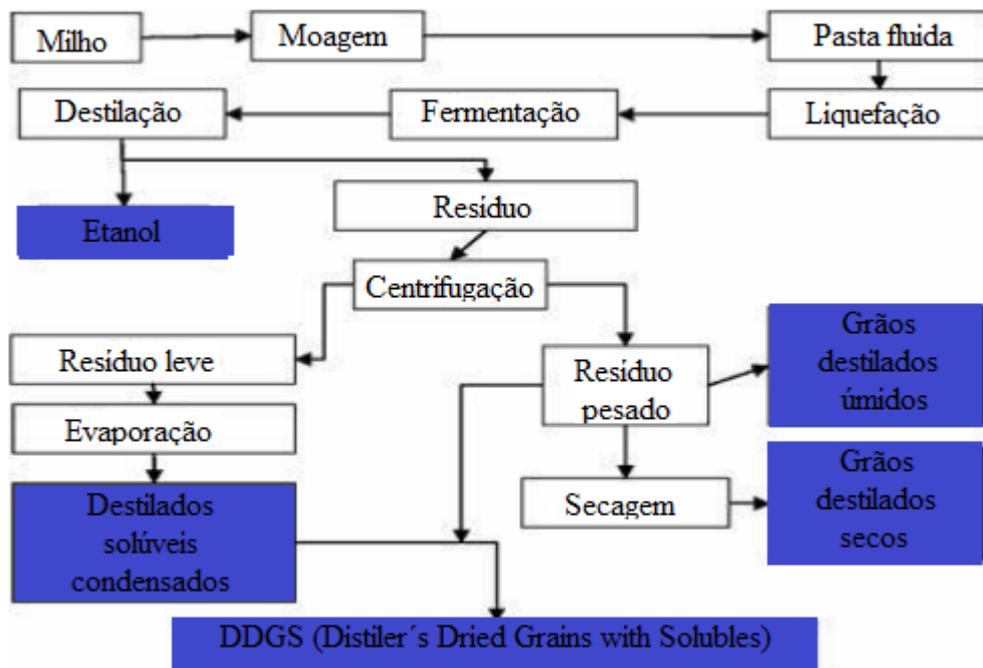


Figura 2. Processamento do milho para a obtenção do etanol e DDGS.
Fonte: U. S. Grains Council - 2012

Os nutrientes desse coproduto são muito variáveis, dependendo da época do ano, solo, cultivar do milho, adubação utilizada de 30 a 34% de PB, 56 a 61% de FDN, 22 a 24% de FDA, 10 a 12% de EE da MS (BELYEA, et al., 2010).

Janicek, et al. (2008) testaram níveis de 0, 10, 20 e 30% de inclusão de DDGS na substituição da forragem e do concentrado, o obtiveram resultados no aumento de ingestão de matéria seca e de produção de leite, assim que os níveis eram aumentados. Segundo os mesmos autores observaram que a excreção de purinas totais tendeu ($P=0,07$) a aumentar em relação a dieta controle, quando usado o nível máximo de inclusão.

Foth, et al. (2015) compararam a substituição de farelo de soja e substituição parcial do milho pelo DDGS com baixo extrato etéreo em sua composição, e obtiveram resultados não significativos para a ingestão de MS, produção e gordura do leite. Mjoun, et al. (2010) também não obtiveram efeitos significativos de IMS, porém obteve efeito na gordura com o aumento dos níveis de DDGS de baixo valor energético em relação ao controle, sem afetar a produção leiteira.

Alguns autores compararam o DDGS em vacas em lactação, o rendimento de leite foi diminuído, quando utilizado nível mais alto de substituição de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS), em relação à dieta controle (36% MS), segundo Owen e Larson, (1991). Entretanto, Zanton et al. (2013) trabalharam com níveis de inclusão do DDGS, apenas o menor nível, o de 18% de MS, não influenciou nos componentes do leite, com a fonte de silagem de milho como única forragem. Porém, quando o feno foi ofertado como única fonte de volumoso, a produção de leite não foi afetada com a inclusão de 18 a 30% de DDGS (LIU et al., 2000).

Castillo-Lopez et al. (2014) testaram os grãos secos de destilaria com solúveis com baixo teor energético, e obtiveram resultados semelhantes aos controle para a produção de leite, quando incluiu 10, 20 e 30% na dieta.

2.1.3 Farelo de Algodão de Alta Energia

De nome científico *Gossypium hirsutum*, o algodão é um produto muito importante para as indústrias têxteis. O processamento do algodão consiste inicialmente na separação da fibra longa das sementes, processo denominado descaroçamento, resultando em dois produtos: caroço e pluma. A partir do caroço, resulta no produto com línter, caracterizado por apresentar fibras finas e curtas, que permanecem ligadas ao caroço e a pluma. Esta composta

por fibras limpas e prontas para a fiação, que segue para a indústria têxtil e a torta de algodão é obtida por várias etapas de um beneficiamento de natureza física, mecânica, sem o uso de substâncias químicas para extração do óleo bruto. A partir da torta, há a extração por meio químico, usando solventes de hexano para a obtenção do farelo de algodão (como na Figura 1, do processamento do farelo de soja, pg 9). Porém, o farelo de algodão de alta energia, passa por um processo diferenciado do farelo de algodão comum, dando a aquele produto um teor mais elevado em extrato etéreo.

A sua produção se dá através de um tratamento com vapor, onde as temperaturas variam de 60°C a 105°C, e da extrusão com alta temperatura e pressão por um curto tempo e moagem do caroço de algodão. Estes processos inativam as enzimas antinutricionais presentes no caroço *in natura* (gossipol) que inibem a digestão das proteínas, possibilitam a oxidação das gorduras existentes nos cariópses e a ocorrência de fungos que podem produzir micotoxinas. Assim, o subproduto do caroço de algodão possui um residual de extrato etéreo de aproximadamente 8 a 12%. Apesar disto, em níveis aceitáveis para a produção de ruminantes, que são mais tolerantes que os monogástricos (SANTOS et al., 2009; ZERVOUDAKIS et al., 2010, PAIM et al., 2010).

O fator antinutricional, o gossipol, em níveis acima do recomendado pode causar infertilidade em animais jovens, principalmente machos, por isso do não fornecimento para essa categoria animal. Em animais acima de 3 anos, não há relatos sobre infertilidade reprodutiva dessa categoria (GIZEJEWSKI et al., 2008).

Como qualquer cereal ou oleaginosa, seus níveis de nutrientes no alimento, depende da planta, do ano, da época e no crescimento evolutivo do cultivo, que possam modificar sua quantidade no produto final. Segundo Valadares Filho et al. (2017), sua composição bromatológica é 90,7% MS, 29,7% PB, 9,4% EE, 50,7% FDN, 34,9% FDA e NDT de 42,4%.

Alves et al. (2010) não encontraram efeito significativo ($P > 0,05$) para o consumo de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais com níveis crescentes de farelo de algodão de alta energia em substituição ao farelo de soja.

Lima Júnior et al. (2011) relataram que não apresentou efeito estatístico ($P > 0,05$) para a ingestão de matéria seca, extrato etéreo, carboidratos totais e energia para os tratamentos com nível de inclusão de 10, 20, 30 e 40% de farelo de algodão extrusado na alimentação de ovinos.

Zervoudakis et al. (2010) trabalharam com níveis de substituição do farelo de algodão de alta energia em 0, 8,70, 17,40, 26,10 e 34,80% na MS do concentrado, em substituição parcial ao farelo de soja em vacas no terço final de lactação e não gestantes, com relação de

volumoso/ concentrado de 60:40, observaram que não houve efeito do tratamento ($P>0,10$) sobre os teores e produção diária de gordura do leite, e concluíram que possivelmente obteve este resultado em função da pequena variação entre as dietas no que se refere ao teor de FDN, além de reduzir a participação do concentrado nos gastos com alimentação, o que contribuiu para o aumento na margem bruta da atividade produtiva.

Lima (2013) trabalhou com diferentes fontes de algodão na dieta de borregos, como controle, caroço, farelo e torta de algodão no *creep feeding* e analisando os resultados de parâmetros séricos, não foi observada diferença estatística entre os quatro tratamentos, com exceção da ureia.

Fernandes Júnior et al. (2015) trabalharam com níveis de substituição do farelo de algodão em níveis de até 80% para com o farelo de girassol, e obteve efeito linear negativo para os resultados para ganho de peso com a adição do farelo de girassol.

Abdalla et al. (2008), testando várias tortas de algodão, dendê, mamona, pinhão manso I e pinhão manso II na substituição do farelo de soja para a produção de gases, observaram que com exceção da torta de algodão, as demais produziram significativamente ($P< 0,05$) menos gás metano quando incluídas em proporções acima de 50%. A substituição total do farelo de soja por todas as tortas proporcionou menor produção total de gases (124, 108, 97, 95 e 104 mL/g MS, respectivamente).

2.1.4 Ureia

A ureia é considerada um nitrogênio não-proteico de rápida degradação ruminal, após seu consumo, e degradada no rúmen pela ação da enzima urease através das bactérias, se tornando amônia. Por meio da síntese microbiana, ela é hidrolisada, formando aminoácidos, e estes absorvidos e usados como proteína para o animal. Quando já foi formada a proteína microbiana, e ainda possui amônia livre, esta é eliminada pela urina, porém quando há excessos em vacas lactantes, o excedente pode ser encontrado no leite (GOES, et al. 2013; SANTOS e PEDROSO, 2011, ALMEIDA, 2016).

Com maior frequência na produção leiteira, onde a ureia pode ser sincronizada com uma fonte energética que também seja de rápida degradação, há algumas limitações, deve-se ter cuidado com sua utilização, não ultrapassando 1% da dieta total ou 2% no concentrado. Substituir de 25 a 33% a proteína da dieta, máximo de 200g de ureia por dia. Deve também

haver inclusão de enxofre para a síntese de aminoácidos sulfurados, e adaptação gradativa para que não ocorra intoxicação e óbito (CALDAS NETO et al., 2008).

Segundo Valadares Filho et al. (2017), a composição da ureia destinada para a alimentação animal possui 97,9% de MS e 282,2% de PB, sendo a proteína degradada no rúmen na MS de 278,6%.

Almeida (2016), trabalhando níveis crescentes de ureia protegida Optigen® (zero, 0,4, 0,8, 1,2 e 1,6%) no concentrado juntamente com resíduo da fécula de mandioca seca ao sol, substituindo 75% do milho, não obteve diferença estatística ($P>0,05$) para a ingestão de matéria seca e nutrientes, como para a digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes.

Santos (2009), trabalhando com substituições parciais do farelo de soja por ureia de liberação lenta em dietas de vacas, não observou diferenças significativas nas produções de leite.

Segundo Carareto (2007), trabalhos realizados recentemente com ureia polimerizada, favorecendo uma sincronização entre a liberação do nitrogênio e a degradação da fibra, pela sua lenta hidrólise, não apresentaram pico de liberação de amônia, acarretando em riscos menores com intoxicações.

REFERÊNCIAS

- 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**, Viçosa, v. 37, p. 260-268, 2008.
- ALMEIDA, A. R. E., **Avaliação do coproduto de fecularia de mandioca e níveis crescentes de ureia protegida na alimentação de vacas em lactação**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, p.72, 2016.
- ALVES, J. O., ZHUO, C., LEVENDIS, Y. A., TENÓRIO, J. A. S. Síntese de nanomateriais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS). **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1534 – 1537, 2012.
- ALVES, A. F., ZERVOUDAKIS, J. T., HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.532-540, 2010.
- BELYEA, R. L., RAUSCH, K. D., CLEVINGER, T. E., SINGH, V., JOHNSTON, D. B., TUMBLESÓN, M. E. Sources of variation in composition of DDGS. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, p. 122-130, 2010
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; et al. Mandioca e Resíduos das Farinhas na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de Amônia e Eficiência Microbiana. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.
- CARARETO, R. **Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagem de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolhas**. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.
- CASTILLO-LOPEZ, E., RAMIREZ RAMIREZ, H. A., KLOPFENSTEIN, T. J., HOSTETLER, D., KARGES, K., FERNANDO, S. C., KONONOFF, P. J. Ration formulations containing reduced-fat dried distillers grains with solubles and their effect on lactation performance, rumen fermentation, and intestinal flow of microbial nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 1578 - 1593, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – **CONAB** – Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos. V.4, SAFRA 2016/17, N. 5. Quinto Levantamento - Fevereiro 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_16_11_51_51_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf> Acesso em: 23 de fevereiro de 2017.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA** - Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos (MANDARINO, J. M. G., HIRAKURI, M. H., ROESSING, A. C.) - Embrapa Soja Londrina, PR 2015. 2ª Edição. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126080/1/Doc171-ol.pdf>> Acesso em 4 de fevereiro de 2017.
- FERNANDES JÚNIOR, F., RIBEIRO, E. L. A., CASTRO, F. A. B., MIZUBITI, I. Y., SILVA, L. D. F., PEREIRA, E. S., PINTO, A. P., BARBOSA, M. A. A. F., KORITIAKI, N. A. Performance, consumption and in vivo morphometry of Santa Inês lambs fed diets containing sunflower cake in place of cottonseed meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 483 – 491, 2015.
- FOTH, A. J., BROWN – BRANDL, T., HANFORD, K. J., MILLER, P. S., GARCIA GOMES, G., KONONOFF, P.J. Energy content of reduced-fat dried distillers grains with solubles for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 10, p.7142 – 7152, 2015.
- GIZEJEWSKI, Z.; SZAFRANSKA, B.; STEPLEWSKI, Z. et al. Cottonseed feeding delivers sufficient quantities of gossypol as a male deer contraceptive. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, p. 469 – 477, 2008.
- JANICEK, B. N., KONONOFF, P. J., GEHMAN, A. M., DOANE, P. H. The effect of feeding dried distillers grains plus solubles on milk production and excretion of urinary purine derivates. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3544 – 3553, 2008.
- LIMA JÚNIOR, D. M., BRAGA, A. P., RANGEL, A. H. N., BRAGA, Z. C. A. C., BARRETO, H. F. M., MACIEL, M. V. Farelo de algodão (*Gossypium spp.*) extrusado na dieta de ruminantes: consumo e digestibilidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 1, p. 68 – 75, 2011.
- LIMA, P. M. T. **Parâmetros hematológicos, bioquímicos, ganho em peso e emissão de metano de ovinos Santa Inês alimentados com coprodutos do algodão**. Dissertação (Mestrado). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 63p.
- LIU, C., SCHINGOETHE, D. J., STEGEMAN, G. A.. Corn distillers grains versus a blend of protein supplements with or without ruminally protected amino acids for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2075 – 2084, 2000.
- MJOUN, K., KALSCHUR, K. F., HIPPEN, A. R., SCHINGOETHE, D. J., LITTLE, E. D. E. Performance and amino acid utilization of early lactation dairy cows fed regular or reduced-fat dried distillers grains with solubles. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 7, p. 288-303, 2010.
- OWEN, F. G., and LARSON, L. L. Corn distillers dried grains versus soybean-meal in lactation diets. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 972 – 979, 1991.

- PAIM, T. P., LOUVANDINI, H., McMANUS, C. M., ABDALLA, A. L. Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 13, n. 1/2/3, p. 24 – 37, 2010.
- RAUSCH, K. D. and BELYEA, R. L. The future of coproducts from corn processing. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Springer, v. 128, p. 47 – 86, 2006.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. **Metabolismo de proteínas**. p.265-297. In: Nutrição de Ruminantes. 2. ed. Jaboticabal. FUNEP. 2011. 616p
- SANTOS, I.C.S.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A.; SANTOS, F.N. et al. Beneficiamento de algodão orgânico no agreste paraibano. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 50-55.
- SANTOS, J. F. **Respostas de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2009. P. 66.
- Sistema IBGE de Recuperação Automática – **SIDRA**; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Acesso dia: 10 de janeiro de 2017.
- Sistema IBGE de Recuperação Automática – **SIDRA**; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/leite>>. Acesso dia: 16 de dezembro de 2016.
- Sistema IBGE de Recuperação Automática – **SIDRA**; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/leite>>. Acesso dia: 16 de dezembro de 2015.
- VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L., AMARAL, H. F., MAGALHÃES, K. A., ROCHA JUNIOR, V. R., CAPELLE, E. R. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: <www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.
- ZANTON, G. I., HEINRICHS, A. J., JONES, C. M. *Short communication*: Effects of level of rumen- degradable protein and corn distillers grains in corn silage-based diets on milk production on ruminant fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 7, p. 4638 – 4642, 2013.
- ZERVOUDAKIS, J. T., LEONEL, F. P., CABRAL, L. S., HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K. et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 150-159, 2010.

3. DIFERENTES FONTES PROTEICAS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se avaliar essas diferentes fontes proteicas na dieta de vacas leiteiras em substituição ao farelo de soja, com relação à ingestão e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, produção de leite, síntese microbiana, parâmetros sanguíneos e viabilidade econômica parcial das dietas. O farelo de algodão de alta energia, os grãos secos de destilaria com solúveis de milho e a ureia pecuária protegida, entram como produtos alternativos substituindo a fonte proteica tradicional, o farelo de soja. Foram utilizadas quatro vacas da raça Holandês, após o período inicial de lactação, com peso corporal médio de $581,25 \pm 40,5$ kg e produção média inicial de $25,75 \pm 1,75$ kg de leite por dia. Os animais foram distribuídos no delineamento experimental em quadrado latino (4x4) com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais de 21 dias, com um período total de 84 dias. Os tratamentos utilizados foram a substituição do farelo de soja total por grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGS), farelo de algodão de alta energia (FAAE) e 2% de ureia (Ur) no concentrado + farelo de soja para suprir a exigência animal. Verificou-se diferença ($P < 0,05$) para a ingestão de extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e dos carboidratos não fibrosos (CNF) pelos nutrientes presentes em cada alimento, assim como na digestibilidade EE, FDN e dos nutrientes digestíveis totais (NDT). A produção de leite corrigida apresentou diferença entre os tratamentos, pela quantidade de EE dos alimentos, assim como a gordura e os sólidos totais. A proteína e o nitrogênio ureico do leite (NUL), também verificou-se diferente ($P < 0,05$), porém apresentando efeito contrário à gordura. Com relação aos derivados de purina e proteína microbiana, não verificou-se efeito ($P > 0,05$). Para os parâmetros sanguíneos, obteve-se diferença ($P < 0,05$) para os valores de colesterol e ureia. E para a viabilidade econômica parcial, o DDGS se mostrou mais barato, porém a FAAE foi a que apresentou maior receita. As diferentes fontes proteicas utilizadas, os grãos secos de destilaria com solúveis de milho, o farelo de algodão de alta energia e ureia pecuária protegida podem substituir o farelo de soja na alimentação de vacas em lactação.

Palavras-chaves: digestibilidade, ingestão, parâmetros sanguíneos, produção de leite, farelo de algodão

DIFFERENT PROTEIN SOURCES IN LACTATING COW FEED

Abstract: The objective of this study was to evaluate these different protein sources in the diet of dairy cows as a substitute for soybean meal, in relation to intake and apparent digestibility of dry matter and nutrients, milk production, microbial synthesis, blood parameters and partial economic viability of diets. High-energy cottonseed, dried distillery grains with corn solubles, and protected livestock urea enter as alternative products replacing the traditional protein source, soybean meal. Four cows of the Holstein breed were used after the initial lactation period, with an average body weight of 581.25 ± 40.5 kg and a mean initial production of 25.75 ± 1.75 kg of milk per day. The animals were distributed in the experimental design in a Latin square (4x4) with four treatments and four experimental periods of 21 days, with a total period of 84 days. The treatments used were the substitution of total soybean meal by dried distillers grains with solubles (DDGS), high energy cotton meal (HECM) and 2% urea (Ur) in the concentrate + soybean meal to be supplied the animal requirement. There was a difference ($P < 0.05$) for the intake of etheral extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and non-fibrous carbohydrates (NFC) by nutrients present in each food, as well as in digestibility EE, NDF and total digestible nutrients (TDN). Corrected milk production showed a difference between the treatments, the amount of EE of the food, as well as the fat and total solids. Protein and milk urea nitrogen (MUN) were also different ($P < 0.05$), but with an opposite effect to fat. Regarding the purine derivatives and microbial protein, there was no effect ($P > 0.05$). For blood parameters, there was a difference ($P < 0.05$) for cholesterol and urea values. And for partial economic viability, the DDGS proved to be cheaper, but the HECM was the one with the highest revenue. The different protein sources used, dry distillery grains with corn solubles, high energy cottonseed meal and protected urea can replace soybean meal in lactating cows.

Keywords: digestibility, ingestion, blood parameters, milk production, cotton meal

3.1 Introdução

Os custos com a alimentação são impulsionados principalmente pelo fornecimento de fontes de proteína na dieta. A substituição de alimentos nobres na dieta animal por coprodutos são alternativas interessantes. Para a produção de leite, esses alimentos também tem um papel essencial, onde os ruminantes são capazes de ingerir um alimento de baixo valor qualitativo de nutrientes, transformando em produtos de ótima qualidade (BROCHIER & CARVALHO, 2009; CHATVIJITKULA et al., 2015).

O uso de alimentos alternativos que possam substituir um alimento que comumente é utilizado pode ser interessantes para reduzir custos da alimentação e conseqüentemente da produção, e também podem melhorar as características do produto final, como fatores organolépticos, pela composição de nutrientes desses alimentos, garantindo a segurança alimentar.

O suprimento de proteína em termos quantitativos e qualitativos merece destaque pela elevada exigência desse nutriente e pela variabilidade da resposta às diferentes fontes de compostos nitrogenados disponíveis (NRC, 2001).

O farelo de algodão de alta energia, os grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGS) e a ureia pecuária protegida, entram como produtos alternativos substituindo o farelo de soja. O farelo de algodão de alta energia e o DDGS são oriundos da extrusão do caroço do algodão e da extração do etanol do milho, respectivamente e são fontes ricas em proteína e energia. A ureia é uma fonte sintética de nitrogênio não proteico capaz de ser transformada em proteína microbiana pelos microrganismos ruminais.

Devido aos diversos setores da cadeia láctea, a composição do leite é a que tem maior importância tanto para a indústria e produtores como para os seres humanos. Para os consumidores, ela tem importância nutricional e, para os produtores e indústrias processadoras, tem importância econômica (ZERVOUDAKIS, et al., 2010).

O objetivo foi avaliar diferentes fontes proteicas, os grãos secos de destilaria com solúveis de milho, o farelo de algodão de alta energia e a ureia pecuária protegida na dieta de vacas em lactação em substituição ao farelo de soja, com relação à ingestão e digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, produção de leite, síntese microbiana, parâmetros sanguíneos, e viabilidade econômica parcial das dietas.

3.2 Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, Linha Guará, situada no município de Marechal Cândido Rondon e no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon – PR. Situada a 420 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 24° 33' 24" Sul, Longitude: 54° 3' 24" Oeste. O protocolo de experimentação animal utilizado foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIOESTE, com registro nº13/16.

Foram utilizadas quatro vacas da raça Holandês (entre 1º e 2º lactação), aos 145 ± 25 dias de lactação, com peso corporal médio de 581,25 ± 40,5 kg e produção média inicial de 25,75 ± 1,75 kg de leite por dia. O período experimental foi de 21 de dezembro de 2015 a 13 de março de 2016. A temperatura média desse período foi de 25,3°C, umidade relativa do ar média de 77,0%, velocidade média do vento de 2,0 m/s, índice de radiação média de 18424,617 KJ/m² e índice pluviométrico médio de 5,6mm (ECMCR A820). Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em quadrado latino (4x4) com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais (21 dias cada, sendo 14 dias para adaptação à dieta e sete dias para a coleta de dados) com um período total de 84 dias. Os tratamentos utilizados foram a substituição do farelo de soja total por, grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGS) ou farelo de algodão de alta energia (FAAE) ou 2% de ureia pecuária protegida (Ur) no concentrado + farelo de soja para suprir a exigência animal.

Para a formulação das dietas realizou-se avaliação bromatológica dos alimentos (Tabela 1), analisando os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), conforme metodologia descrita pela AOAC (1990); e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi obtida pela diferença entre o teor de MM e o total de MS. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica (DIVMS e DIVMO) foi realizada pela técnica descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden (1999), com dois estágios de incubação. Para estimativa dos valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram utilizados os valores da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), conforme equação descrita por Kunkle e Bates (1998): $NDT = MO (\%) * (26,8 + 0,595 * DIVMO (\%)) / 100$.

Tabela 1. Composição dos ingredientes das dietas experimentais

Composição	Milho Moído	Farelo de Soja	DDGS ¹	FAAE ²	Feno de Tifton
Composição e digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kg de MS)					
MS ³	864,59	881,20	909,54	944,80	940,34
MO ⁴	988,58	935,56	952,72	958,01	927,88
EE ⁵	31,34	15,33	77,92	118,30	11,53
PB ⁶	79,92	471,50	272,13	245,85	97,81
FDN ⁷	102,29	144,67	434,77	549,65	797,38
FDA ⁸	34,80	108,11	156,64	428,84	411,12
HEM ⁹	67,49	36,56	278,13	120,81	386,26
CT ¹⁰	877,32	448,73	602,66	593,86	818,53
CNF ¹¹	775,04	304,07	167,89	44,21	21,16
NDT estimado ¹²	846,93	805,04	776,91	654,24	584,22
DIVMS ¹³	977,70	986,30	910,70	695,80	609,50
DIVMO ¹⁴	989,42	995,78	920,10	697,35	607,77

¹DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ²FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ³MS: Matéria Seca (g/kg MN); ⁴MO: Matéria Orgânica; ⁵EE: Extrato Etéreo; ⁶PB: Proteína Bruta; ⁷FDN: Fibra Detergente Neutro; ⁸FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁹HEM: Hemicelulose; ¹⁰CT: Carboidratos Totais; ¹¹CNF: Carboidrato Não Fibrosos; ¹²NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. $NDT = MO (\%) * (26,8 + 0,595 * DIVMO (\%)) / 100$; ¹³Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca; ¹⁴Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Orgânica

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com o NRC (2001) para atender as exigências da categoria animal utilizada. As dietas foram compostas por 50% de feno de Tifton 85, e 50% de ração concentrada (milho moído, farelo de soja ou grãos secos de destilaria com solúveis de milho ou farelo de algodão de alta energia ou ureia protegida (enxofre) + farelo de soja, fosfato bicálcio e suplemento mineral (Tabela 2).

Os animais foram alojados em estábulo coberto, em baias individuais com cocho para controle do consumo da dieta. Os animais permaneciam alojados após a ordenha da manhã até às 10 horas, onde foram direcionados para um piquete de descanso. Às 14 horas voltavam para as baias até às 18 horas, apenas saindo para a ordenha da tarde, e após soltos, novamente direcionados ao piquete de descanso até a próxima ordenha. O arraçãoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 06:00h e 16:00h, nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, do total de MS oferecida. As sobras dos alimentos oferecidos no cocho foram pesadas diariamente para proporcionar sobras de 5 a 10% do total de MS oferecida. A ingestão da matéria seca e dos nutrientes, foram determinadas pela diferença entre o fornecido e as sobras.

Durante os sete dias de coleta do período experimental, foram realizadas pesagens das sobras de cada animal e amostragem das rações fornecidas e das sobras, as quais foram congeladas para posteriores análises. As amostras de alimentos e sobras foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, e acondicionadas em sacos plásticos, para

formarem uma amostra composta por animal, por tratamento, ao final de cada período experimental.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, do 15° ao 20° dia de cada período experimental, realizaram-se coletas de fezes diretamente do reto, nos seguintes horários do dia: 8h (1° dia), 10h (2° dia), 12h (3° dia), 14h (4° dia), 16h (5° dia) e 18h (6° dia), somente no período das coletas. Após, as mesmas foram analisadas quanto aos teores de MS, MM, MO, PB, EE, FDN e FDA, conforme descrito anteriormente.

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais em g/kg de matéria seca

Ingredientes	Tratamentos			
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴
Feno de Tifton 85	500,00	500,00	500,00	500,00
Milho moído	376,15	239,22	205,39	422,82
Farelo de Soja	112,36	-	-	54,94
Grãos Secos de Destilaria com Solúveis de Milho	-	250,98	-	-
Farelo de Algodão de Alta Energia	-	-	284,80	-
Ureia Pecuária Protegida Optigen®	-	-	-	9,53
Enxofre	-	-	-	1,05
Mistura mineral ⁵	9,77	9,80	9,80	9,55
Fosfato bicálcico	1,72	-	-	2,10
Composição bromatológica				
MS ⁶	909,74	919,42	932,81	915,53
MO ⁷	940,53	937,28	942,06	945,54
EE ⁸	16,86	36,35	44,77	17,93
PB ⁹	135,45	139,28	140,89	133,88
FDN ¹⁰	456,21	516,82	570,46	446,58
FDA ¹¹	228,28	251,39	313,45	228,65
HEM ¹²	227,93	265,43	257,01	217,93
CT ¹³	788,22	761,65	756,41	793,73
CNF ¹⁴	339,06	251,90	193,00	354,21
NDT estimado ¹⁵	653,69	676,61	634,10	669,40

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis de Milho; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵Composição química (quantidade/kg do produto): Ca – 200/245 g, P - 60 g, Co - 80 mg, Mg – 10,5 g; Mn – 1.350 mg, Zn – 2.180 mg, Se – 16 mg, I - 65 mg, S - 10 g, F – 600 mg, Fe - 3.100 mg, Cu - 550 mg, Na – 40g (produto comercial); ⁶MS: Matéria Seca; ⁷MO: Matéria Orgânica; ⁸EE: Extrato Etéreo; ⁹PB: Proteína Bruta; ¹⁰FDN: Fibra Detergente Neutro; ¹¹FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹²HEM: Hemicelulose; ¹³CT: Carboidratos Totais; ¹⁴CNF: Carboidrato Não Fibrosos; ¹⁵NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. NDT = MO (%) * (26,8 + 0,595 * DIVMO (%)) / 100.

Os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo as equações descritas por Sniffen et al. (1992):

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF (\%) = CT - FDN$$

$$NDT (\%) = (PBd + CTd) + 2,25 * (EEd)$$

Em que PBd, CTd e EEd significam, respectivamente, proteína bruta, carboidratos totais e extrato etéreo digestíveis.

Para estimativa da excreção fecal diária, foi utilizado como indicador interno a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), estimada nas amostras do fornecido, sobras e fezes, pelo procedimento de digestibilidade *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDAi foi obtida após 264 horas (CASALI et al., 2008) de incubação, em filtros de TNT, e em seguida foi realizada análise de fibra em detergente ácido.

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia (às 6:00 e 16:00h), efetuando-se o registro da produção de leite por animal no período de coleta de dados, utilizando medidores acoplados ao equipamento de ordenha. No início e final de cada período experimental foi realizada a pesagem dos animais, logo após a ordenha e antes da alimentação da manhã.

No 15º e 16º dias de cada período experimental, foram coletadas amostras de leite, obtidas de maneira proporcional às duas ordenhas diárias (30 mL pela manhã e 20 mL a tarde), acondicionadas em frascos de polietileno contendo conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropopano-1,3-diol), sendo encaminhadas para o Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná (PARLPR), pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandês (APCBRH), onde foram analisados os teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, sólidos totais desengordurados e nitrogênio ureico do leite pelo método infravermelho (International Dairy Federation – IDF - 141C, 2000). As amostras de leite (60 mL pela manhã e 40 mL a tarde) destinadas a análise de alantoína foram desproteinizadas utilizando 5mL de ácido tricloroacético a 25% em 10 mL de leite, filtrado em papel-filtro qualitativo, deixando em torno de 10 minutos para que todo o material tenha escoado através do filtro e armazenado a -20°C para posterior análise.

Com relação a produção de leite corrigida, foi utilizada a equação citada por Sklan et al. (1992) para 3,5% de gordura (PLCG):

$$PLCG = (0,432 + 0,1625 \times G) \times \text{kg de leite},$$

Em que G = % de gordura do leite.

A eficiência de produção de leite (EPL) foi calculada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período de coleta de dados (VALADARES FILHO et al., 2000):

$$\text{EPL (\%)} = (\text{Ingestão de MS (kg)} / \text{Produção de Leite (kg)}) * 100$$

No 17° e 18° dias, foram realizadas coletas de urina *spot*, aproximadamente, quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã. Uma alíquota de 10 mL foi separada, filtrada em gaze e aferido em peagâmetro digital, após foi diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) a qual foi destinada para obter as concentrações urinárias de alantoína e creatinina, segundo Chen & Gomes, (1992), e ácido úrico conforme o kit utilizado e lidas em espectrofotômetro de feixe simples. A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina *spot* foi de 24,05 mg/kg PV (CHIZZOTTI et al., 2007).

A excreção de purinas totais (PT) foi encontrada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e alantoína no leite, e a quantidade de purinas microbianas absorvidas (PA) (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$\text{PA (mmol/dia)} = \text{PT} - (0,385 * \text{PV}^{0,75}) / 0,85$$

Em que: PA são as purinas absorvidas; PT corresponde às purinas totais (mmol/dia); 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol); e PV = peso vivo corporal.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$\text{NM (g/dia)} = (70 * \text{PA}) / (0,83 * 0,116 * 1000)$$

No 21° dia de cada período foram realizadas, as coletas de sangue em dois horários, jejum e após 4 horas do arraçoamento da manhã (0 e 4 horas) utilizando tubos de ensaio limpos e esterilizados, acondicionados com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como anticoagulante, através de punção da veia coccígea. As amostras foram refrigeradas e

encaminhadas para processamento e análise. O plasma foi obtido por meio de centrifugação a 3500 rpm por 15 minutos para determinação das concentrações de creatinina, colesterol, triglicérides e ureia. As leituras foram realizadas por meio de kits comerciais Elitech®, utilizando espectrofotômetro automático, com calibração automática e leitura em alta performance (Elitech EL 200).

Para verificar a viabilidade econômica parcial do uso de fontes proteicas na ração, foi utilizado o preço médio pago ao produtor pelo litro de leite (R\$ 1,12/L) e os preços dos ingredientes da ração foram os praticados no Estado do Paraná no mês de dezembro de 2015: feno de Tifton 85 R\$ 0,56/kg de MS; milho R\$ 0,76/kg de MS; farelo de soja R\$ 1,24/kg de MS; DDGS de milho R\$ 0,82/kg de MS; farelo de algodão de alta energia R\$ 1,05/kg de MS; ureia pecuária protegida R\$ 4,44/kg de MS; Enxofre (flor de enxofre) R\$ 12,00/kg de MS; suplemento mineral R\$ 3,70/kg de MS e R\$ 3,16/kg de MS de fosfato bicálcico e o preço do dólar para a mesma época foi de R\$3,98.

O custo médio por quilo de ração (CMQR) foi calculado de acordo com a composição das dietas experimentais. O custo médio de ração total (CMR) foi obtido pela multiplicação CMQR e o consumo médio de ração das vacas, para cada tratamento. A receita bruta média (RBM) foi obtida a partir da multiplicação da produção média diária de leite e o preço pago ao produtor. A margem bruta (MB) é obtida pela diferença entre a RBM e o CMR. O ponto de equilíbrio (PE) foi calculado pelo quociente do CMR pelo valor recebido pelo litro de leite, sendo que o mesmo mostra o volume exato de produção em que há retorno zero, ou seja, quando a RBM é igual aos CMR. A abordagem econômica, realizada no presente estudo, levou em consideração somente os custos com a alimentação devido à finalidade da pesquisa, não abrangendo os demais componentes de custo de produção. Portanto, trata-se da produção de leite necessária para se cobrir os custos somente com a alimentação. No caso, infere-se apenas o ponto de equilíbrio parcial.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, considerando os diferentes tratamentos dos produtos e coprodutos substitutos ao farelo de soja (FS, DDGS, FAAE e Ur) ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + E_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = Observação relativa à i-ésimo animal, ao j-ésimo período e ao k-ésimo tratamento.

μ = Média geral;

A_i = Efeito correspondente ao i -ésimo animal; $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

P_j = Efeito correspondente ao j -ésimo período; $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

T_k = Efeito correspondente ao k -ésimo tratamento; $k = \text{FS, DDGS, FAAE e Ur}$;

E_{ijk} = Erro aleatório associado a i -ésimo animal, j -ésimo período e k -ésimo tratamento.

3.3 Resultados e discussão

O peso corporal, a ingestão de MS kg/dia, em %PC e em g/kg $\text{PC}^{0,75}$ das vacas não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Alves et al. (2010) trabalharam com níveis de substituição de farelo de algodão de alta energia, em substituição ao farelo de soja e observaram que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) com o aumento de inclusão, registrando média de ingestão de MS, MO e PB de 14,2 kg/dia, 13,5 kg/dia e 2,13 kg/dia de IPB, valores inferiores a este trabalho. Já em relação ao DDGS, Benchaar, et al. (2013), utilizando níveis de inclusão de 0, 10, 20 e 30%, obtiveram efeito significativo para a ingestão de MS, de 23,4; 24,4; 24,8 e 25,2 kg/dia, conforme os respectivos aumentos, porém a fonte de volumoso foi a silagem de alfafa e de milho.

A ingestão de matéria orgânica, de proteína, de carboidratos totais e de nutrientes digestíveis totais (kg/dia) não verificou-se diferença ($P > 0,05$) devido a ingestão da MS não apresentar diferença, pois é a partir da MS que o animal consome mais ou menos nutrientes (Brochier e Carvalho, 2008).

A ingestão de EE teve efeito significativo ($P < 0,05$) pois são dietas com diferentes níveis de extrato etéreo (Tabela 1). O tratamento com farelo de algodão de alta energia (TAAE) apresenta média de 0,84 kg/por dia e do DDGS com média de 0,67 kg/por dia de IEE, porém diferentes dos tratamentos com ureia protegida e farelo de soja, apresentam médias de 0,33 e 0,30 kg/dia, respectivamente. A dieta com FS se mostrou menos energética pela quantidade de inferior milho na dieta, segundo a tabela de composição (Tabela 2), o milho possui valor de EE de 31,34 g/kg de MS enquanto o farelo obteve 15,33 g/kg de MS.

Contudo a ingestão de FDN (kg/dia) e (%PC), houve influência pelos tratamentos utilizados ($P < 0,05$). Como já era de se esperar, o tratamento com FAAE se manteve mais elevado em relação aos demais, pois na composição das dietas (Tabela 2) se mostrou superior aos demais tratamentos. Alves et al. (2010) não observaram esse efeito ao incluir o farelo de algodão, apresentando média de 5,27 kg/dia.

Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes por vacas da raça Holandês em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Tratamentos				Média	P valor	EPM ⁵
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
PC (kg) ⁶	577,50	572,00	573,75	585,00	577,06	0,449	5,73
IMS (kg/dia) ⁷	16,77	17,28	16,77	17,32	17,04	0,723	0,46
IMS (%PC) ⁸	2,91	3,01	2,92	2,97	2,95	0,800	0,08
IMS (g/kg PC ^{0,75}) ⁹	142,53	147,26	142,99	145,64	144,61	0,792	3,80
IMO (kg/dia) ¹⁰	15,78	16,21	15,83	16,40	16,06	0,699	0,43
IEE (kg/dia) ¹¹	0,30b	0,67a	0,84a	0,33b	-	0,000	0,04
IPB (kg/dia) ¹²	2,32	2,46	2,41	2,34	2,38	0,533	0,07
IFDN (kg/dia) ¹³	7,34c	8,79ab	9,31a	7,57bc	-	0,005	0,27
IFDN (%PC) ¹⁴	1,27b	1,53a	1,62a	1,30b	-	0,002	0,04
IFDA (kg/dia) ¹⁵	3,67b	4,25b	5,15a	3,88b	-	0,004	0,12
ICT (kg/dia) ¹⁶	13,17	13,10	12,63	13,74	13,16	0,282	0,36
ICNF (kg/dia) ¹⁷	5,83a	4,31b	3,32c	6,18a	-	0,000	0,16
INDT (kg/dia) ¹⁸	10,32	11,80	11,08	11,33	11,13	0,164	0,44

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵EP: Erro Padrão da Média; ⁶PC: Peso Corporal; ^{7,8,9}IMS: Ingestão de Matéria Seca; ¹⁰IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; ¹¹IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; ¹²IPB: Ingestão de Proteína Bruta; ^{13,14}IFDN: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ¹⁵IFDA: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹⁶ICT: Ingestão de Carboidratos Totais; ¹⁷ICNF: Ingestão de Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁸INDT: Ingestão de Nutrientes Digestíveis Totais; *Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A IFDN (%PC) apresentou diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$), da mesma forma que a IFDN em kg/dia, portanto o teor de FDN do farelo de algodão de alta energia e do DDGS foram superiores aos demais ingredientes (Tabela 2), pela presença da hemicelulose, acarretando assim, na maior ingestão de fibras na dieta, com médias 1,62 e 1,53 %PC para os tratamentos, respectivamente, diferenciando-se das demais dietas de 1,30 e 1,27 %PC, dos tratamentos de Ur e FS. Essa diferença está relacionada pela quantidade do nutriente dos ingredientes e também na mistura de cada dieta. Mesmo com o alto valor de FDN na dieta, isto não ocasionou o enchimento físico ruminal, que é preconizado por Mertens (1992) de 1,2% do PC, pois não afetou a ingestão de MS.

Para a ingestão de FDA (kg/dia), houve diferença significativa ($P < 0,05$) pela sua composição de fibras (Tabela 2), a dieta que apresentou maior quantidade de FDA é FAAE, apresentando-se superior (5,15 kg/dia) aos demais tratamentos estudados, diferindo das dietas que contêm DDGS, Ur e FS, 4,25, 3,88 e 3,67 kg/dia, respectivamente. Este resultado demonstra que devido ao beneficiamento do algodão, algumas fibras se mantiveram aderidas ao caroço no processo de descaroçamento, denominadas de línter, composto basicamente de

celulose. Contudo, após o extrusamento para a formação da farelo de algodão de alta energia, o línter permaneceu envolvido, que os outros ingredientes proteicos estudados não possuem.

A ingestão de carboidratos não fibrosos (kg/dia) também obteve efeito diferenciado para as médias apresentadas ($P < 0,05$), pela composição das dietas (Tabela 2). Os resultados obtidos para o tratamento com ureia protegida e o farelo de soja foram superiores ao tratamento com DDGS e FAAE, devido à presença de carboidratos de rápida degradação na formulação da dieta. E o tratamento com DDGS diferiu do tratamento com FAAE, sendo que estes resultados foram obtidos pela presença do nutriente FDN em sua fórmula.

Os dados obtidos de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes estão descritos na Tabela 4. Para digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína, fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos não houve diferença estatística ($P > 0,05$). Para a digestibilidade do extrato etéreo, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais houve efeito significativo ($P < 0,05$).

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg de MS) de vacas da raça Holandês alimentadas com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Tratamentos				Média	P valor	EPM ⁵
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
DMS ⁶	604,25	665,13	621,40	644,40	633,79	0,063	1,29
DMO ⁷	643,25	694,52	651,88	679,65	667,33	0,054	1,12
DEE ⁸	550,28b	730,28ab	829,30a	521,18b	-	0,031	6,10
DPB ⁹	652,60	720,08	697,65	683,10	688,36	0,339	2,42
DFDN ¹⁰	514,98b	607,48a	565,78ab	540,88ab	-	0,017	1,41
DFDA ¹¹	464,80	556,88	489,33	506,10	504,28	0,098	2,13
DCT ¹²	644,13	688,58	631,88	682,86	661,86	0,052	1,28
DCNF ¹³	809,03	851,93	817,68	855,38	833,51	0,723	3,49
NDT calc. ¹⁴	616,96b	684,54a	660,34ab	655,82ab	-	0,034	11,70

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵EP: Erro Padrão da Média; ⁶DMS: Digestibilidade da Matéria Seca; ⁷DMO: Digestibilidade da Matéria Orgânica; ⁸DEE: Digestibilidade do Extrato Etéreo; ⁹DPB: Digestibilidade da Proteína Bruta; ¹⁰DFDN: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ¹¹DFDA: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹²DCT: Digestibilidade dos Carboidratos Totais; ¹³DCNF: Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁴NDT calc.: Nutrientes Digestíveis Totais calculado: $NDT = (PBd + CTd) + 2,25 * (EEd)$. *Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A DMS apresentou média de 633,79 g/kg de MS, valores baixos devido ao uso de feno de Tifton 85 (DIVMS de 609,50 g/kg de MS – Tabela 1) como fonte de volumoso, que em si, já tem uma digestibilidade inferior à silagem de milho, que é comumente usada nas propriedades leiteiras. Com relação à DMO, DPB e DFDA, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) em médias foram de 667,33, 688,36 e 504,28 g/kg de MS, respectivamente. Com

relação aos carboidratos, para a DCT, a média obtida foi 661,86 g/kg de MS e com relação à DCNF com média de 833,51 g/kg de MS.

Contudo, a digestibilidade do EE apresentou diferença ($P < 0,05$) nos valores obtidos de 829,39 g/kg de MS da dieta com o uso de FAAE, com a dieta com FS e com ureia (550,28 e 521,18 g/kg de MS). A dieta com DDGS se obteve semelhante aos demais tratamentos. Esse resultado é apresentado pelos nutrientes presentes em cada ingrediente da dieta (Tabela 1), como a farelo de algodão de alta energia, possui uma quantidade de energia maior de EE em sua composição, mostrando-se superior as demais. Além disso, este sendo composto principalmente por ácidos graxos de cadeia insaturada, principalmente os poli-insaturados, são tóxicos aos microrganismos ruminais, e a adição de um H^+ livre a essa cadeia, chamado de biohidrogenação, converte os ácidos graxos insaturados não esterificados em ácidos graxos saturados, que são menos tóxicos para os mesmos, auxiliando neste melhor aproveitamento do nutriente (PALMQUIST & MATTOS, 2011; JENKINS, 1993). Alves et al. (2010), trabalhando com níveis de substituição do farelo de algodão de alta energia (zero, 8,40, 17,40, 26,10 e 34,8%) na dieta com farelo de soja e fonte de volumoso somente a silagem de milho, obteve aumento na ingestão de EE, conforme aumentou os níveis, apresentando média de 844,12 g/kg de MS, sendo este valor superior ao obtido neste trabalho, pela digestibilidade da silagem de milho ser mais elevada em relação ao feno de Tifton 85.

No entanto, em relação à digestibilidade do FDN, verificou-se diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$), a dieta obtida no tratamento do DDGS com média de 607,48 g/kg de MS, diferenciando-se da dieta controle com média de 514,98 g/kg de MS. Os demais tratamentos foram semelhantes aos outros dois tratamentos, com médias de 565,78 e 540,88 g/kg de MS para a FAAE e Ur, respectivamente.

O NDT observado apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), onde o tratamento com o uso do DDGS, com média de 684,54 g/kg de MS, diferiu do tratamento controle, o FS, com média de 616,96 g/kg de MS. Essa diferença deve-se pelos níveis de EE e CT componentes na dieta com DDGS. As dietas com Ur e FAAE, foram semelhantes aos tratamentos citados acima. Alves, et al. (2010), trabalhando com farelo de algodão de alta energia em substituição ao farelo de soja, não obteve efeito significativo para a variável NDT, obtendo valor médio de NDT de 641,8 kg/dia.

Os valores obtidos de produção, composição, qualidade e nitrogênio ureico do leite estão apresentados na Tabela 5. Com relação a produção de leite (kg/dia) não verificou-se diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, com média de produção de 19,31 kg/dia de leite.

Diferentemente da variável anterior, o produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia), obteve diferenciação com relação às dietas trabalhadas ($P < 0,05$), sendo o tratamento com maior nível de extrato etéreo, a FAAE, que se mostrou mais elevada, aumentando 0,9 kg de leite por dia, diferenciando da dieta controle, a FS, que ocorreu uma diminuição na PLCG de 1,05 kg de leite por dia. Os demais tratamentos não se mostraram diferentes e apresentaram médias de 20,65 g/kg de leite para a dieta com DDGS e de 19,39 g/kg de leite para a dieta com Ur. Werle (2017) não encontrou diferença entre a dieta controle e os níveis de inclusão de DDGS, porém quanto maiores foram os níveis de inclusão, apresentou menores produções de leite. Alves et al. (2010), trabalhando com níveis de inclusão de farelo de algodão de alta energia em substituição ao farelo de soja, não obtiveram efeito significativo, mas relatam que o alimento promoveu aumento de quilogramas de leite com a correção para 3,5% gordura, 14,03 para 14,68 kg/dia.

Tabela 5. Produção, composição, qualidade e nitrogênio ureico do leite de vacas da raça Holandês alimentadas com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Tratamentos				Média	P valor	EPM ⁵
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
PL (kg/dia) ⁶	18,18	19,53	21,12	18,39	19,31	0,264	1,03
PLCG (kg/dia) ⁷	17,13b	20,65ab	22,02a	19,39ab	-	0,050	0,70
EPL ⁸	0,89	0,81	0,87	0,95	0,88	0,311	0,05
Gord (g/kg) ⁹	31,53b	38,38 ^a	37,70 ^a	38,40 ^a	-	0,007	1,00
Prot (g/kg) ¹⁰	31,73a	28,05b	29,15ab	29,50ab	-	0,017	0,55
Lact (g/kg) ¹¹	44,48	46,15	45,63	45,05	45,33	0,065	0,35
ST (g/kg) ¹²	116,88b	122,05 ^a	121,90 ^a	122,45 ^a	-	0,011	0,87
NUL (mg/dL) ¹³	17,34a	14,55b	15,18b	14,63b	-	0,001	0,29

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵EP: Erro Padrão da Média; ⁶PL: Produção de Leite; ⁷PLCG: Produção de Leite Corrigida 3,5% de gordura; ⁸EPL: Eficiência de Produção de Leite; ⁹Gord: Gordura; ¹⁰Prot: Proteína; ¹¹Lact: Lactose; ¹²ST: Sólidos Totais; ¹³NUL: Nitrogênio Uréico do Leite. *Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a eficiência de produção de leite, os resultados não apresentam efeito significativo ($P > 0,05$), obtendo-se média de 0,88 g/kg de leite, para os tratamentos estudados.

Para a composição do leite, as variáveis analisadas quanto à gordura, proteína e sólidos totais (g/kg de leite) apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$). A gordura do leite se mostrou superior aos tratamentos testados em relação ao tratamento com FS, apresentando médias de 38,40, 38,38 e 37,70 g/kg de leite, para Ur, DDGS e FAAE, respectivamente. E o tratamento com FS, apresentando média baixa, com valor de 31,53 g/kg. Zervoudakis et al. (2010) trabalharam com níveis de substituição do farelo de algodão de alta energia em

substituição ao farelo de soja da dieta, e observaram que quanto maior o nível de substituição, maior era a teor de gordura, de 3,67 para 3,87 g/kg de leite, com o nível máximo de 34,8% da MS. Werle (2017), trabalhando com níveis de inclusão do DDGS, 0, 8, 16, 24 e 32% em função do farelo de soja, observou que conforme o aumento do nível do DDGS, menores foram os valores de gordura (27 g/kg de leite), apenas a dieta controle se mostrou acima de 30 g/kg, essa diferença pode ter ocorrido pelo trabalho ter como a fonte de volumoso a silagem, enquanto este o feno de Tifton 85. Já para Benchaar et al. (2013), utilizando níveis de inclusão de 0, 10, 20 e 30% de DDGS, houve efeito linear decrescente nos parâmetros de gordura e proteína, conforme o aumento de inclusão.

Já para o teor de proteína do leite verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$), onde o tratamento com FS, com média de 31,73 g/kg de leite, foi diferente da dieta que contém DDGS, média 28,05 g/kg de leite. As demais dietas médias se mostraram semelhantes com a dieta controle e a com a dieta DDGS, apresentando médias de 29,50 e 29,15 g/kg do teor de proteína no leite para a dieta com Ur e FAAE, respectivamente.

Os sólidos totais apresentaram diferença ($P < 0,05$) conforme a quantidade de gordura presente no leite, que é a primeira ferramenta para elevar a quantidade de ST. Para os tratamentos estudados, o tratamento com FS obteve a menor média, diferentemente dos demais tratamentos estudados.

Com relação ao teor de lactose no leite, não houve diferença entre os tratamentos, apresentando média de 45,33 g/kg de leite, sendo que a lactose é um componente do leite de difícil alteração, da mesma forma que o teor de proteína, onde suas alterações na composição por fatores nutricionais são de pouca significância, de no máximo de 0,4% (GONZÁLEZ et al., 2004).

Contudo, para o nitrogênio ureico do leite (mg/dL), houve diferença nos tratamentos trabalhados conforme os valores obtidos, onde o tratamento com FS obteve a maior média para esta variável, que pode ser explicada pelo desequilíbrio entre os teores de carboidrato e proteína. Entretanto, pelo NUL no tratamento com Ur permanecer baixo, explica-se a eficiência da lenta hidrolisação da mesma. De maneira geral, a NUL é uma ferramenta de controle, onde indica se o balanceamento proteico da dieta está em excesso ou falta. No Brasil, tem se trabalhado na faixa entre 12 e 18 mg/dL, por serem animais de baixa a média produção, fora disso, algum problema na dieta pode ser a causa (Carvalho, 2000). Neste trabalho, a média obtida foi de 15,43 mg/dL, a causa foi a menor produção e também ao estágio de lactação avançado, conseqüentemente, o componente proteico ficou mais concentrado.

Os resultados obtidos para as excreções de derivados de purinas, síntese microbiana e pH urinário estão demonstrados na Tabela 6. Não foi verificada diferença entre os tratamentos ($P>0,05$).

Apesar de sem efeito ($P>0,05$), as purinas absorvidas foram maiores no tratamento com Ur, pela sua formulação, por conter ingredientes proteicos e energéticos de rápida degradação, apresentado sincronização mais eficaz que as demais dietas, seguidas pelos tratamentos com FAAE, DDGS e FS.

Tabela 6. Excreções de derivados de purinas, síntese microbiana e pH urinário de vacas da raça Holandês em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Tratamentos				Média	P valor	EPM ⁵
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
Excreções (mmol/dia)							
Alantoína da urina	217,06	215,60	265,67	268,37	241,68	0,48	30,48
Alantoína do leite	42,66	40,22	39,00	41,94	40,96	0,74	2,49
Ácido úrico	37,17	48,34	34,82	33,94	38,57	0,80	11,63
Purinas totais	296,88	304,15	339,48	344,24	321,19	0,77	39,65
Purinas Microbianas (mmol/dia)							
Purinas absorvidas	243,68	251,31	286,40	290,37	267,94	0,78	39,92
Produção Microbiana (g/dia)							
N-microbiano ⁵	177,17	182,71	208,22	211,12	194,81	0,79	29,02
PB-microbiana ⁶	1107,30	1141,95	1301,42	1319,47	1217,54	0,79	181,40
PB-mic/kg NDT ⁷	114,01	126,09	135,22	138,56	128,47	0,87	22,75
pH urinário							
pH da urina	8,18	8,09	8,23	8,07	8,14	0,71	0,11

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵N-microbiano: Nitrogênio Microbiano; ⁶PB-microbiana: Proteína Microbiana; ⁷PB-mic/kg NDT: Proteína Microbiana por quilograma de Nutrientes Digestíveis Totais.

A eficiência microbiana (PB-mic/kg NDT) apresentou valores semelhantes ao encontrado por Chizzotti et al. (2007), que trabalharam com vacas de diferentes níveis de produção de leite, apresentando média de 128g/dia. Porém, o NRC (2001) estabelece níveis de eficiência mínimos de 130g, portanto os tratamentos de FS e DDGS estariam abaixo do recomendado e as dietas com FAAE e Ur acima.

O feno se mostrou bem eficiente para o controle da acidose ruminal, sua eficiência foi comprovada pelos níveis de pH, onde todos os tratamentos se mantiveram acima de 8.

Os valores obtidos para as variáveis analisadas de colesterol, triglicerídeos, creatinina e ureia estão apresentados na Tabela 7. Para os valores de triglicerídeos e creatinina não verificou-se diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos, obtendo-se médias de 9,56 e 9,43 mg/dL em jejum e após 4 horas, médias de 90,24 e 94,99 μ mol/L.

Para o colesterol em jejum, o farelo de algodão de alta energia também apresentou valor mais elevado que os demais tratamentos, mas não diferindo do DDGS (143,50 mg/dL), vendo que são alimentos que possuem valor de extrato etéreo ricos em ácidos graxos insaturados, maiores que o farelo de soja. Com isso, diferente das médias dos tratamentos com FS e Ur (117,50 e 116,00 mg/dL). Já após 4 horas, a FAAE se manteve superior (150,00 mg/dL), diferentemente dos tratamentos com FS e Ur (117,25 e 116,25 mg/dL), a dieta com DDGS se encontra semelhante aos tratamentos (141,25 mg/dL). Contudo, todos os valores se apresentaram acima dos níveis normais de 48,6 a 95,5 mg/dL, segundo WittWer (2000), esse resultado pode ter ocorrido pelo teor mais elevado de gordura na dieta.

Tabela 7. Valores de colesterol, triglicerídeos, creatinina e ureia determinados no jejum e após 4 horas a alimentação de vacas da raça Holandês em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis		Tratamentos				Média	P valor	EPM ⁵
		FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
Colesterol (mg/dL)	Em jejum	117,50b	143,50a	153,75a	116,00b	-	0,001	4,15
	Após 4h	117,25b	141,25ab	150,00a	116,25b	-	0,007	5,12
Triglicerídeos (mg/dL)	Em jejum	10,00	8,75	11,50	8,00	9,56	0,058	0,73
	Após 4h	9,25	8,25	12,25	8,00	9,44	0,094	1,06
Creatinina (μ mol/L)	Em jejum	90,44	88,58	89,61	92,35	90,25	0,763	2,55
	Após 4h	95,74	93,15	92,31	98,77	94,99	0,246	2,17
Ureia (μ g/mL)	Em jejum	312,75ab	287,75ab	347,00a	273,75b	-	0,047	14,54
	Após 4h	382,00ab	355,25b	431,50a	423,00a	-	0,018	12,88
	Diferença	69,25b	67,50b	84,50b	149,25a	-	0,005	10,81

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵EP: Erro Padrão da Média; *Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação à ureia, no jejum, o tratamento com FAAE (347,00 μ g/mL), diferindo do tratamento com Ur (273,75 μ g/mL). Isso pelo fato da ureia ser liberada rapidamente em relação aos demais ingredientes, e no momento de jejum essa fonte já foi degradada e absorvida pela corrente sanguínea há muito tempo, contudo, as demais dietas se mostraram semelhantes 287,75 e 312,75 μ g/mL, para o DDGS e o FS, respectivamente. Silva et al. (2010) trabalharam com diferentes fontes lipídicas para cabras em lactação, a semente de faveleira, o subproduto da extração do óleo da semente de faveleira (torta) e o caroço de algodão, obtiveram valores de 670 μ g/mL para o tratamento com caroço de algodão, alimento este que apresentou nível de EE de 6,45% na MS da dieta. A concentração elevada de ureia no sangue é indicativa de ineficiência no aproveitamento da PB dietética. Além disso, como a

concentração de ureia no sangue rapidamente se equilibra com a concentração no leite, há alta correlação entre essas duas variáveis (Broderick & Clayton, 1997).

Para 4 horas após a alimentação, o tratamento com FAAE (431,50 µg/mL) se manteve elevado, diferentemente do DDGS (355,25 µg/mL). Para o tratamento com Ur (423,00 µg/mL), houve um aumento de aproximadamente 150,00 µg/mL, pela ureia ser rapidamente degradável no rúmen após a ingestão e absorvida na corrente sanguínea, com absorção mais rápida que os demais ingredientes. Todos os valores observados estavam dentro dos limites normais para a categoria animal, de 250 a 700 µg/mL (WittiWer, 2000).

A análise da viabilidade econômica parcial (Tabela 8) demonstra que o tratamento com DDGS se mostrou mais eficiente, pois resultou em R\$ 0,04 a menos que a dieta controle, R\$ 0,06 que a dieta com Ur e R\$0,07 que a dieta com FAAE, porém a receita bruta e a margem bruta média foram melhores para o tratamento com a FAAE.

Contudo, pelo ponto de equilíbrio ser menor no tratamento com DDGS, o maior retorno ao produtor é obtido neste tratamento.

Tabela 8. Análise econômica parcial da utilização de dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja, na alimentação de vacas da raça Holandês em lactação

Variáveis	Tratamentos			
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴
Custo médio de ração total (R\$/kg)	0,74	0,70	0,77	0,76
Custo médio de alimentação (R\$/dia)	12,46	12,10	12,88	13,10
Receita bruta média (R\$/dia)	20,36	21,87	23,65	20,60
Margem bruta média(R\$/dia)	7,90	9,77	10,78	7,49
Ponto de equilíbrio (kg/dia)	11,13	10,80	11,50	11,70

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida.

Assim, em uma propriedade com 50 animais utilizando-se a dieta de DDGS necessitaria de 540 kg/dia para pagar os custos com a alimentação, 16,5 kg/dia a menos que no tratamento com FS. Já com a utilização de FAAE e Ur, o produtor estaria deixando de ganhar 18,5 e 28,5 kg/dia, respectivamente, em substituição ao farelo de soja.

3.4 Conclusão

As diferentes fontes proteicas utilizadas, os grãos secos de destilaria com solúveis, o farelo de algodão de alta energia e ureia pecuária protegida, podem substituir o farelo de soja na alimentação de vacas em lactação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. F., ZERVOUDAKIS, J. T., HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.532-540, 2010
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed., Arlington: AOAC Internacional, 1990. 1025p.
- BENCHAAR, C., HASSANAT, F., GERVAIS, R., CHOUINARD, P. Y., JULIEN, C., PETIT, H. V., MASSÉ, D. I. Effects of increasing amounts of corn dried distillers grains with solubles in dairy cow diets on methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 4, p. 2413 – 2427, 2013.
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Consumo, ganho de peso e análise econômica de terminação de cordeiros em confinamento com dietas contendo diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1205-1212, 2008.
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.5, p.1392-1399, 2009.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CARVALHO, M. P. manipulando a composição do leite: proteína. *I Curso on-line sobre qualidade do leite*. Milkpoint. 2000. 15p.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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, n.2, p.335-342, 2008.
- 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**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, p. 21, 1992.
- CHIZZOTTI, M.L.;VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, 2007.

- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE OBSERVAÇÃO DE SUPERFÍCIE AUTOMÁTICA DE MARECHAL CANDIDO RONDON-PR (CÓDIGO A 820) – **ECMCR A820** - CONVÊNIO: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) e UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE). Dados de Dezembro/2015 à Março/2016.
- GONZÁLEZ, H. L.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; GOMES, J. F.; STUMPF, W.; SILVA, M. A. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS – Efeitos dos meses do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1531-1543, 2004.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- International Dairy Federation (IDF) 141C – **Determination of milkfat, protein and lactose content – Guidance on the operation of mid-infrared instruments. Brussels, Belgium, 2000. 15p.**
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p.3851-63, 1993.
- KUNKLE, W. E.; BATES, D. B. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements. **In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORTCOURSE, 1998, Gainesville. Proceedings... Gainesville: University of Florida, p.59-70, 1998.**
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber and its uses in feed evaluation and ration formulation In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. Anais... Lavras: SBZ, 1992. p.1-32.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition, Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Org). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- SILVA, G. L. S., SILVA, A. M. A., NÓBREGA, G. H. ET AL. Efeito da inclusão de fontes lipídicas na dieta de cabras em lactação sobre os parâmetros sanguíneos. **Ciência agro técnica**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 233-239, 2010
- SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v18, n.2, p.104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 2.0. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Suprema Gráfica Ltda. 2006. 329p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.243-248, 1990.
- WERLE, C. H., **Utilização de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho na alimentação de bovinos leiteiros**. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, p.58, 2017.
- WITTIWER, F. **Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos**. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O. et al. (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.9- 22.
- ZERVOUDAKIS, J. T., LEONEL, F. P., CABRAL, L. S., HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K. et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 150-159, 2010.

4 CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL EM BOVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES PROTEICAS NA DIETA

Resumo: Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade e parâmetros fermentativos de fontes proteicas na dieta de bovinos em substituição ao farelo de soja. Foram utilizados quatro bois da raça Jersey, providos de cânula ruminal, distribuídos no delineamento experimental em quadrado latino (4x4) com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Os tratamentos utilizados foram a substituição do farelo de soja total por grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGS), farelo de algodão de alta energia (FAAE) e de ureia pecuária protegida (Ur). O consumo de extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para as dietas, onde o tratamento com farelo de algodão de alta energia apresentou-se superior aos demais devido à sua composição nestes nutrientes. Apenas a digestibilidade do EE apresentou efeito ($P < 0,05$), sendo que a dieta com o FAAE se mostrou superior às demais. O pH ruminal não apresentou efeito entre as dietas ($P > 0,05$). Contudo, houve efeito apenas para a variável no tempo, apresentando efeito quadrático ($P < 0,05$). Esta diminuição do pH está relacionada com o pico de produção de ácidos graxos voláteis presentes no rúmen. O comportamento do nitrogênio amoniacal apresentou interação com os tempos de avaliação após o fornecimento da ração ($P < 0,05$) apenas para as 2 horas após a alimentação, obtendo efeito quadrático para o tratamento com ureia, que se mostrou mais elevada que as demais, pela ocorrência de melhor sincronismo microbiano do concentrado. A utilização de grãos secos de destilaria com solúveis, o farelo de algodão de alta energia ou ureia protegida em substituição ao farelo de soja podem ser uma alternativa na alimentação de bovinos, sem interferir na ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes.

Palavras-chave: extrato etéreo, fontes alternativas, proteína, ruminantes, sincronização

FEED INTAKE, DIGESTIBILITY AND RUMINAL FERMENTATION PARAMETERS IN BOVINE FED DIFFERENT PROTEIN SUPPLIES IN THE DIET

Abstract: The objective was to evaluate the feed intake, digestibility and fermentative standards of protein sources in the diet of cattle in replacement of soybean meal. Four Jersey steers were used, with ruminal cannula, distributed in experimental design in a Latin square (4x4) with four treatments and four experimental periods. The treatments used were a substitution of total soybean meal by dried distillers grains with corn solubles (DDGS), high energy cotton meal (HECM) and protected urea (Ur). The consumption of ethereal extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) showed significant effect ($P < 0.05$) for the diets, where treatment HECM was superior in relation to the others due to its nutrients composition. Only EE digestibility presented an effect ($P < 0.05$) the diet with the HECM showed to be superior to others. The ruminal pH had no effect among diets ($P > 0.05$). However, there was an effect only for one variable with no time, presenting a quadratic effect ($P < 0.05$). This decrease in pH is related to the peak production of non-rumen volatile fatty acids present. The behavior of the ammoniacal nitrogen showed interaction with the evaluation times after the feed ($P < 0.05$) only for 2 hours after a feed, obtaining a quadratic effect for the treatment with urea, which was higher than the others due to the better microbial synchronism in the concentrate. The use of dried distillers grains with solubles, high-energy cotton meal or protected urea in substitution of soybean meal may be an alternative in bovine feed, without interfering with the intake and digestion of dry matter and nutrients.

Keywords: alternative sources, ethereal extract, protein, ruminants, synchronization

4.1 Introdução

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, onde a maior parte se concentra na região Centro-Oeste do país, nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, com 1,1 milhões, 750 mil e 742 mil de cabeças. O Estado do Paraná se encontra na 9ª posição com 242 mil de animais abatidos até o 3º trimestre de 2016 (SIDRA, 2016).

Considerando que os ruminantes consomem alimentos volumosos e que representa uma fonte de fácil disponibilidade, o concentrado permite que os animais possam expressar melhor o seu potencial de produção. O farelo de soja representa um desses alimentos, e é uma fonte de proteína de alta qualidade, entretanto é alimento que possui elevado valor para a alimentação animal. Nesse sentido, a busca por alimentos alternativos que possam ser utilizados na dieta tem sido um desafio. Entre os alimentos alternativos que podem ser utilizados como fonte proteica na alimentação animal estão os grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGS), o farelo de algodão de alta energia e a ureia pecuária protegida.

Para a obtenção do DDGS e do farelo de algodão de alta energia, esses coprodutos passam pelo processamento da extração do etanol do milho e o da extrusão do caroço do algodão, respectivamente. Esses alimentos são fontes ricas em proteína e energia. E a ureia pecuária protegida é uma fonte sintética de nitrogênio não proteico que pela ação da microbiota ruminal, transformam em proteína microbiana.

Além de ser um alimento com um valor de alto de energia e proteína, a gordura presente nestes ingredientes, podem reduzir a produção de metano, pois segundo Abdalla et al., 2008, a substituição total do farelo de soja por tortas de algodão, dendê, mamona ou pinhão manso, proporcionou menor produção total de metano.

O objetivo foi avaliar o consumo, digestibilidade e parâmetros de fermentação ruminal de bovinos recebendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, Linha Guará, situada no município de Marechal Cândido Rondon e no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon – PR. O protocolo de experimentação animal utilizado foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIOESTE, com registro nº13/16.

Foram utilizados quatro bois da raça Jersey, providos de cânula ruminal, com peso corporal médio de $640,00 \pm 60,00$ kg. O período experimental foi de 21 de dezembro de 2015 a 13 de março de 2016. A temperatura média desse período foi de $25,3^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar média de $77,0\%$, velocidade média do vento de $2,0$ m/s, índice de radiação média de $18424,617$ KJ/m² e índice pluviométrico médio de $5,6$ mm (ECMCR A820). Os animais foram distribuídos no delineamento experimental em quadrado latino (4x4) com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação à dieta e sete dias para a coleta de dados, totalizando 84 dias de experimento. O feno de Tifton 85 foi utilizado como fonte de volumoso, e para o concentrado foram utilizados o milho moído, farelo de soja ou os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho ou o farelo de algodão de alta energia ou ureia pecuária protegida (enxofre) e suplemento mineral. As dietas foram compostas de 60% de volumoso e 40% de concentrado. As dietas experimentais foram formuladas para atender à exigência de manutenção utilizando 1,8% do peso vivo, de acordo com o NRC (2001).

Tabela 1. Composição dos ingredientes das dietas experimentais

Composição	Milho Moído	Farelo de Soja	DDGS ¹	FAAE ²	Feno de Tifton
<i>Composição e digestibilidade in vitro (g/kg de MS)</i>					
MS ³	864,59	881,20	909,54	944,80	940,34
MO ⁴	988,58	935,56	952,72	958,01	927,88
EE ⁵	31,34	15,33	77,92	118,30	11,53
PB ⁶	79,92	471,50	272,13	245,85	97,81
FDN ⁷	102,29	144,67	434,77	549,65	797,38
FDA ⁸	34,80	108,11	156,64	428,84	411,12
HEM ⁹	67,49	36,56	278,13	120,81	386,26
CT ¹⁰	877,32	448,73	602,66	593,86	818,53
CNF ¹¹	775,04	304,07	167,89	44,21	21,16
NDT estimado ¹²	846,93	805,04	776,91	654,24	584,22
DIVMS ¹³	977,70	986,30	910,70	695,80	609,50
DIVMO ¹⁴	989,42	995,78	920,10	697,35	607,77

¹DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ²FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ³MS: Matéria Seca (g/kg MN); ⁴MO: Matéria Orgânica; ⁵EE: Extrato Etéreo; ⁶PB: Proteína Bruta; ⁷FDN: Fibra Detergente Neutro; ⁸FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁹HEM: Hemicelulose; ¹⁰CT: Carboidratos Totais; ¹¹CNF: Carboidrato Não Fibrosos; ¹²NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. $\text{NDT} = \text{MO} (\%) * (26,8 + 0,595 * \text{DIVMO} (\%)) / 100$; ¹³Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca; ¹⁴Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Orgânica

Os alimentos utilizados para a formulação das dietas foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme metodologia descrita por AOAC (1990); e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi

obtida pela diferença entre o teor de MM e o total de MS. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e matéria orgânica (DIVMS e DIVMO) foi realizada pela técnica descrita por Tilley & Terry (1963) e adaptada por Holden (1999), com dois estágios de incubação. Para estimativa dos valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram utilizados os valores da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), conforme equação descrita por Kunkle e Bates (1998): $NDT = MO (\%) * (26,8 + 0,595 * DIVMO (\%)) / 100$.

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais em g/kg de matéria seca

Ingredientes	Nível de substituição			
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴
Feno de Tifton 85	600,00	600,00	600,00	600,00
Milho moído	352,99	305,88	290,21	384,57
Farelo de Soja	39,18	-	-	-
Grãos Secos de Destilaria com Solúveis	-	86,29	-	-
Farelo de Algodão de Alta Energia	-	-	101,96	-
Ureia Pecuária Protegida Optigen®	-	-	-	6,85
Enxofre	-	-	-	0,76
Mistura mineral ⁵	7,84	7,84	7,84	7,82
Composição bromatológica				
MS ⁶	916,51	918,15	925,81	918,49
MO ⁷	946,03	944,83	945,23	949,09
EE ⁸	17,72	20,53	28,79	17,36
PB ⁹	111,15	114,95	110,65	110,72
FDN ¹⁰	445,37	479,79	496,87	443,09
FDA ¹¹	221,19	229,89	257,47	220,41
HEM ¹²	224,18	249,90	239,40	222,68
CT ¹³	817,15	809,35	805,78	821,79
CNF ¹⁴	378,83	336,61	315,97	385,75
NDT estimado ¹⁵	688,83	675,54	668,94	689,71

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵Composição química (quantidade/kg do produto): Ca – 200/245 g, P - 60 g, Co - 80 mg, Mg – 10,5 g; Mn – 1.350 mg, Zn – 2.180 mg, Se – 16 mg, I - 65 mg, S - 10 g, F – 600 mg, Fe - 3.100 mg, Cu - 550 mg, Na – 40g (produto comercial); ⁶MS: Matéria Seca; ⁷MO: Matéria Orgânica; ⁸EE: Extrato Etéreo; ⁹PB: Proteína Bruta; ¹⁰FDN: Fibra Detergente Neutro; ¹¹FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹²HEM: Hemicelulose; ¹³CT: Carboidratos Totais; ¹³CNF: Carboidrato Não Fibrosos; ¹⁴NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. $NDT = MO (\%) * (26,8 + 0,595 * DIVMO (\%)) / 100$.

Os animais foram alojados em estábulo coberto, em baias individuais com cocho para controle do consumo da dieta. Os animais permaneciam alojados das 6 horas da manhã até às 10 horas, onde foram direcionados para um piquete de descanso. Às 14 horas voltavam para as baias até as 18 horas, e após soltos, novamente direcionados ao piquete de descanso até a próximo dia. O arração foi realizado duas vezes ao dia, às 06:00h e 16:00h, nas

proporções de 70% e 30%. Durante os sete dias de coleta do período experimental, foram realizadas pesagens das sobras de cada animal e amostragem das rações fornecidas e das sobras.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, do 15º ao 20º dia de cada período experimental, realizaram-se coletas de fezes. A coleta de fezes foi realizada, diretamente na saída do reto, nos seguintes horários do dia: 8h (1º dia), 10h (2º dia), 12h (3º dia), 14h (4º dia), 16h (5º dia) e 18h (6º dia). As amostras de alimentos, sobras e fezes e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C. Esse material foi moído em moinho com peneira de crivo de 1 mm, e acondicionadas em sacos plásticos, para formarem uma amostra composta por animal, por tratamento, ao final de cada período experimental.

Em seguida, as amostras foram analisadas quanto aos teores de MS, MM, MO, PB, EE, FDN e FDA, conforme descrito anteriormente. Os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo as equações descritas por Sniffen et al. (1992):

$$CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$CNF (\%) = CT - FDN$$

$$NDT = (PBd + CTd) + 2,25 * (EEd)$$

Em que PBd, CTd e EEd significam, respectivamente, proteína bruta, carboidratos totais e extrato etéreo digestíveis.

Para estimativa da excreção fecal diária, foi utilizado como indicador interno a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), estimada nas amostras do fornecido, sobras e fezes, pelo procedimento de digestibilidade *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDAi foi obtida após 264 horas (CASALI et al., 2008) de incubação, em filtros de TNT, e em seguida foi realizada análise de fibra em detergente ácido.

Para a determinação dos parâmetros ruminiais, no 21º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de líquido ruminal dos animais antes da alimentação (tempo 0), 2, 4, 6, 8 e 10 horas após a alimentação da manhã. O líquido foi coletado através da cânula ruminal com o auxílio de uma bomba de vácuo e filtrado em gaze. O pH foi aferido de imediato após a coleta com o auxílio de um peagâmetro digital. Amostras de 50 mL de

líquido ruminal foram acidificados com um mL de ácido sulfúrico (1:1) e armazenados para posterior análise das concentrações do nitrogênio amoniacal através da destilação com hidróxido de potássio 2N conforme técnica de Ferner (1965) adaptada por Vieira (1980).

Os dados de consumo e digestibilidade da MS e dos nutrientes foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey. Para as variáveis referentes aos parâmetros ruminais, utilizou-se a análise de parcelas subdivididas no tempo. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média e regressão, considerando os diferentes tratamentos das diferentes fontes proteicas substitutas ao farelo de soja (FS, DDGS, FAAE e Ur) ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + E_{ijk}$$

Onde: Y_{ijk} = Observação relativa à i-ésimo animal, ao j-ésimo período e ao k-ésimo tratamento.

μ = Média geral;

A_i = Efeito correspondente ao i-ésimo animal; $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

P_j = Efeito correspondente ao j-ésimo período; $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

T_k = Efeito correspondente ao k-ésimo tratamento; $k = \text{FS, DDGS, FAAE e Ur}$;

E_{ijk} = Erro aleatório associado a i-ésimo animal, j-ésimo período e k-ésimo tratamento.

4.3 Resultados e Discussão

O peso corporal (kg), consumo de MS (kg/dia, %PC e g/kg PC^{0,75}) e o consumo de MO e PB não apresentaram diferença ($P > 0,05$) (Tabela 3). Lima Júnior et al. (2011) trabalharam com níveis de inclusão de farelo de algodão extrusada (0, 20,30 e 40%) em relação ao farelo de soja na alimentação de ovinos e não obtiveram diferença estatística entre os tratamentos para o consumo de matéria seca em kg/dia. Contudo, em relação à IMS %PC, apresentaram efeito significativo, sendo superior para a inclusão de 20% de farelo de algodão extrusada comparada com a inclusão de 40%.

A ingestão de EE apresentou efeito das dietas ($P < 0,05$), sendo superiores à deita contendo farelo de algodão de alta energia. Esse resultado está relacionado ao maior percentual de extrato etéreo nesse alimento (Tabela 1).

O consumo de FDN (Kg/dia e %PC) e FDA foi superior ($P < 0,05$) para a dieta contendo farelo de algodão de alta energia (Tabela 3). O farelo de algodão de alta energia, além de ser um alimento rico em energia, possui em sua composição o línter, que após o processo de separação da pluma do caroço e do esmagamento do algodão, algumas fibras se mantêm aderidas à semente, aumentando os percentuais de FDN e FDA do produto.

Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes de bovinos machos da raça Jersey alimentados com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Nível de substituição				Média	P valor	EPM ⁵
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
PC (kg) ⁶	638,00	643,25	640,25	638,75	640,06	0,690	3,25
IMS (kg/dia) ⁷	10,85	10,49	11,09	10,82	10,81	0,736	0,38
IMS (%PC) ⁸	1,71	1,64	1,75	1,70	1,70	0,656	0,06
IMS (g/kg PC ^{0,75}) ⁹	85,79	82,59	87,62	85,29	85,32	0,671	2,82
IMO (kg/dia) ¹⁰	10,23	9,88	10,45	10,23	10,20	0,734	0,36
IEE (kg/dia) ¹¹	0,18b	0,22ab	0,30a	0,19ab	-	0,041	0,02
IPB (kg/dia) ¹²	1,19	1,18	1,21	1,18	1,19	0,944	0,04
IFDN (kg/dia) ¹³	5,55ab	5,84ab	6,06a	5,49b	-	0,034	0,11
IFDN (%PC) ¹⁴	0,88ab	0,92ab	0,96a	0,86b	-	0,044	0,02
IFDA (kg/dia) ¹⁵	2,79b	2,84ab	3,15a	2,76b	-	0,018	0,07
ICT (kg/dia) ¹⁶	8,86	8,51	8,95	8,88	8,80	0,731	0,30
ICNF (kg/dia) ¹⁷	3,31	2,68	2,89	3,38	3,07	0,127	0,20
INDT (kg/dia) ¹⁸	6,50	5,82	6,77	6,58	6,42	0,566	0,49

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos Secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵EP: Erro Padrão da Média; ⁶PC: Peso Corporal; ^{7,8,9}IMS: Ingestão de Matéria Seca; ¹⁰IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; ¹¹IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; ¹²IPB: Ingestão de Proteína Bruta; ^{13,14}IFDN: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ¹⁵IFDA: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹⁶ICT: Ingestão de Carboidratos Totais; ¹⁷ICNF: Ingestão de Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁸INDT: Ingestão de Nutrientes Digestíveis Totais; *Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Entretanto, a ingestão de CT, de CNF e de NDT, em kg/dia, não foram influenciadas pelas dietas ($P > 0,05$). Esse resultado pode ter ocorrido em função da baixa qualidade do feno de Tifton 85 utilizado nas dietas como fonte principal de volumoso.

Com relação à digestibilidade da MS e MO, não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas estudadas. Entretanto, a dieta contendo o farelo de algodão de alta energia apresentou maior digestibilidade do EE ($P < 0,05$) (Tabela 4). Considerando, que o extrato etéreo é mais elevado para o farelo de algodão de alta energia e que este é composto principalmente por ácidos graxos de cadeia longa com poli-insaturações, onde os microrganismos ruminais usam um mecanismo de defesa chamado de biohidrogenação, desde que estejam na forma livre, convertem ácidos graxos insaturados em saturados, que são menos tóxicos para os mesmos,

auxiliando neste melhor aproveitamento do nutriente. Apesar da digestibilidade de gordura ser menor nos ruminantes, a digestibilidade de ácidos graxos saturados nesses animais é mais elevada do que em não ruminantes, por adaptações ao processo digestivo dos mesmos (PALMQUIST & MATTOS, 2011; JENKINS, 1993).

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg de MS) de bovinos machos da raça Jersey alimentados com dietas contendo diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Nível de substituição				Média	P valor	EPM ⁵
	FS ¹	DDGS ²	FAAE ³	Ur ⁴			
DMS ⁶	565,68	523,03	582,01	583,52	563,56	0,670	38,21
DMO ⁷	629,88	588,32	626,51	633,22	619,48	0,786	35,00
DEE ⁸	490,09b	493,07b	689,34a	535,84ab	-	0,018	34,02
DPB ⁹	478,64	476,13	516,52	526,10	499,35	0,843	49,13
DFDN ¹⁰	520,04	535,18	552,48	558,48	541,55	0,903	40,44
DFDA ¹¹	439,01	410,02	447,50	478,40	443,73	0,739	42,93
DCT ¹²	652,07	606,75	630,61	650,23	634,92	0,769	33,89
DCNF ¹³	872,78	780,38	817,99	795,50	816,66	0,077	20,71
NDT calc. ¹⁴	604,34	565,74	612,43	610,39	598,23	0,781	33,31

¹FS: Farelo de Soja; ²DDGS: Grãos secos de Destilaria com Solúveis; ³FAAE: Farelo de Algodão de Alta Energia; ⁴Ur: Ureia Pecuária Protegida; ⁵EP: Erro Padrão da Média; ⁶DMS: Digestibilidade da Matéria Seca; ⁷DMO: Digestibilidade da Matéria Orgânica; ⁸DEE: Digestibilidade do Extrato Etéreo; ⁹DPB: Digestibilidade da Proteína Bruta; ¹⁰DFDN: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ¹¹DFDA: Digestibilidade da Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ¹²DCT: Digestibilidade dos Carboidratos Totais; ¹³DCNF: Digestibilidade dos Carboidratos Não Fibrosos; ¹⁴NDT calc.: Nutrientes Digestíveis Totais calculado: NDT = (PBd + CTd) + 2,25 * (EEd). *Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A digestibilidade da PB, FDN, FDA, CT, CNF e NDT não apresentou diferença entre dietas (P>0,05). Esse resultado pode ter ocorrido em função da relação volumoso:concentrado (Tabela 4).

Com relação ao pH ruminal (Figura 1), não verificou-se (P>0,05) diferença entre os tratamentos. Contudo, houve efeito apenas para a variável no tempo, onde todos os tratamentos apresentaram efeito quadrático (P<0,05). Esta diminuição do pH está relacionada com o pico de produção de ácidos graxos voláteis presentes no rúmen. Todos os tratamentos apresentaram uma curva que mostra que o pH mais baixo está entre quatro e seis horas após a alimentação. Os tratamentos obtiveram valores mínimos de pH dentro dos padrões desejáveis, esse resultado é importante pois permite um bom funcionamento do rúmen, sem prejudicar os microrganismos presentes no rúmen, variando de 5,88 a 6,19, onde os níveis desejáveis são de 5,8 a 7,2, abaixo disto a taxa de digestão da celulose é prejudicada (Van Soest, 1994). Não

houve interação entre os tratamentos e os tempos para com a avaliação do pH ruminal ($P > 0,05$).

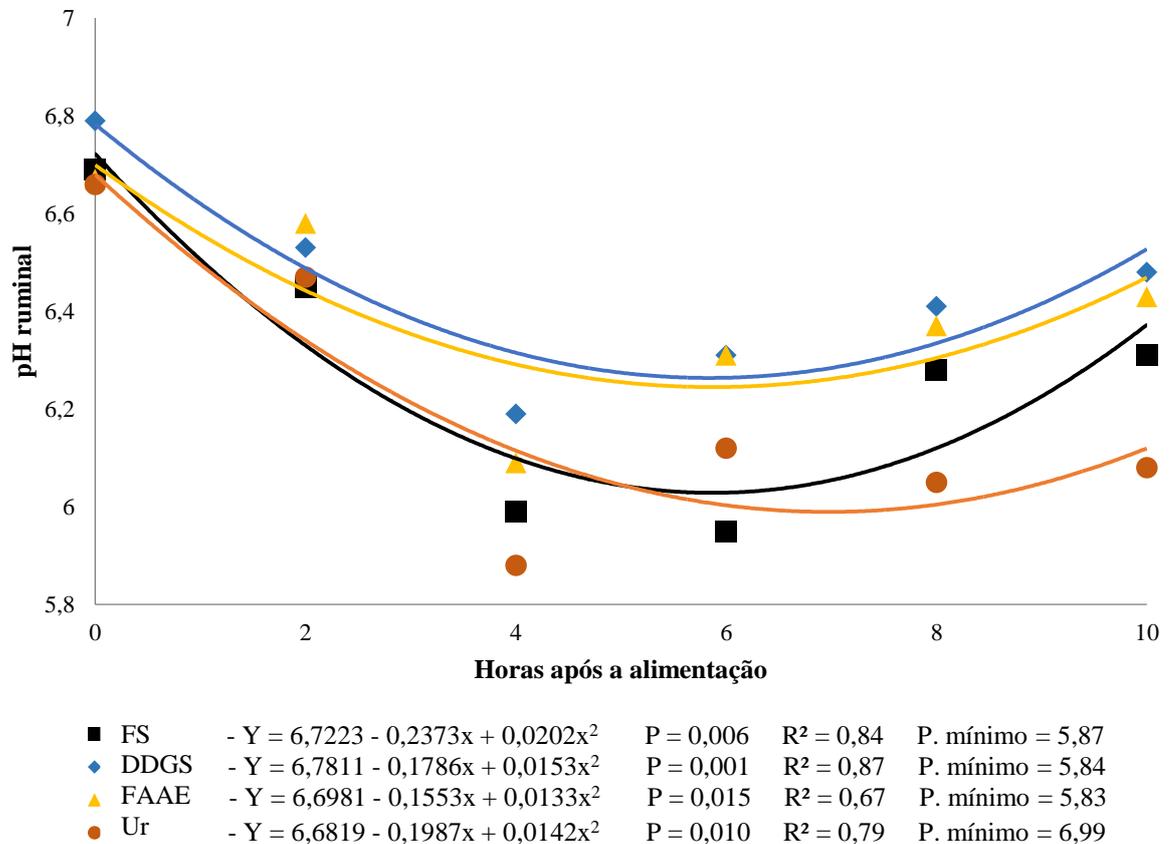


Figura 1. Comportamento do pH ruminal nos diferentes horários de coletas de bovinos alimentados com diferentes fontes proteicas em substituição ao farelo de soja

Benchaar et al. (2013) trabalharam com níveis de inclusão de DDGS (0, 10, 20 e 30%) na alimentação de vacas em lactação e registraram valores médios de pH de 6,24, não apresentando efeito significativo com a inclusão, enquanto neste trabalho foram obtidos valores médios de pH para a dieta com DDGS de 6,45. Domingues et al. (2010), utilizando níveis de substituição de torta de algodão por torta de girassol na alimentação de novilhos mestiços, registraram valores de pH de 6,56, 6,17, 6,00, 5,98 e 6,19 nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 horas após alimentação, valores próximos aos obtidos neste trabalho.

Com os valores de $N-NH_3$, verificou-se diferença entre as dietas ($P < 0,05$), apresentando a maior média obtida para a dieta com ureia de 15,85 mg/100 mL, diferenciando das dietas com DDGS e o controle, com médias de 10,59 e 11,04 mg/100 mL, e o farelo de algodão de alta energia que apresentou valores de $N-NH_3$ de 12,54mg/100, respectivamente (Figura 2).

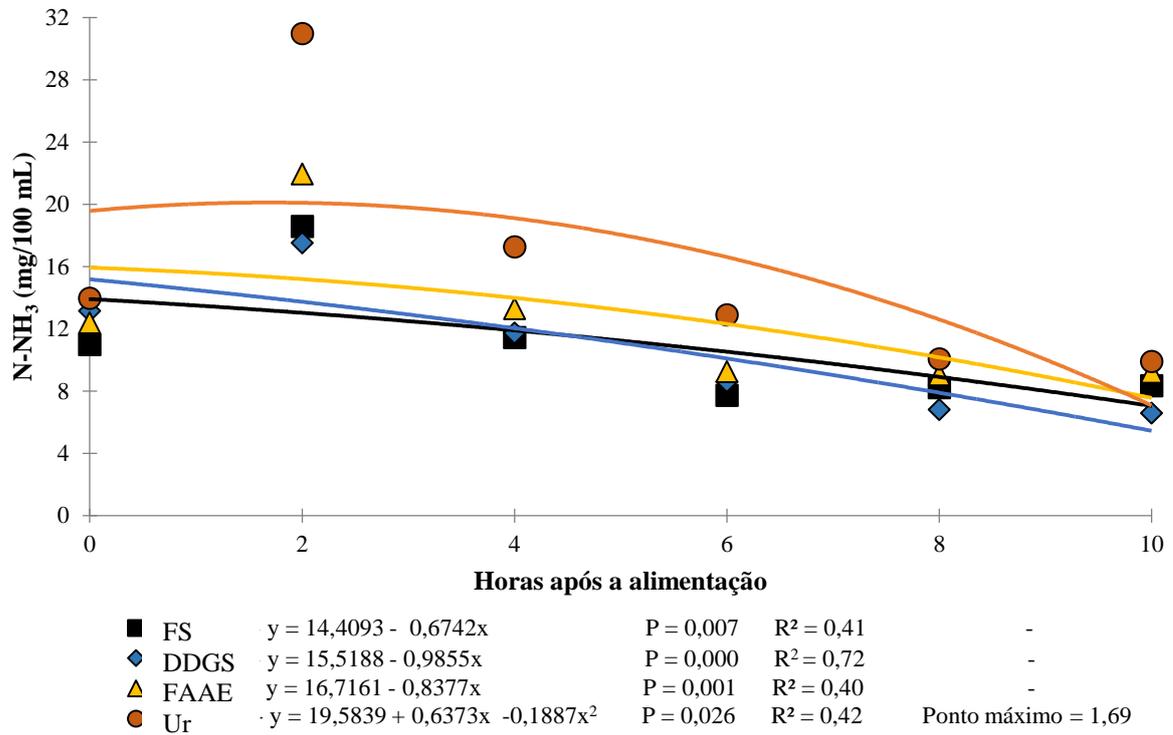


Figura 2. Comportamento do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do fluido ruminal nos diferentes horários de coletas de bovinos alimentados com diferentes coprodutos e produtos proteicos em substituição ao farelo de soja

Além disso, houve interação com os tempos de avaliação após o fornecimento da ração ($P < 0,05$) apenas para as 2 horas após a alimentação, obtendo-se efeito quadrático para o tratamento com ureia, que se mostrou mais elevado que os demais, pela ocorrência de melhor sincronismo microbiano do concentrado, juntamente com a quantidade de milho ofertada para a formulação da mesma. Os tempos (0, 4, 6, 8 e 10) não apresentaram diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). As demais dietas, compostas por farelo de soja ou DDGS ou farelo de algodão de alta energia, apresentaram efeito linear ($P < 0,05$), porém não diferindo entre elas.

Segundo Lana (2005), para que ocorra o máximo aproveitamento pela microbiota ruminal, recomenda-se níveis acima de 5 mg de N-NH₃/100 mL, o que foi observado em todos os tratamentos. Contudo, para se obter a máxima síntese de proteína microbiana, as concentrações de N-NH₃ devem ser de 23mg/100 mL (MEHREZ et al. 1977). Portanto, a dieta com ureia foi a mais próxima para a máxima síntese.

4.4 Conclusão

A utilização grãos secos de destilaria com solúveis, farelo de algodão de alta energia ou ureia pecuária protegida em substituição ao farelo de soja podem ser uma alternativa na alimentação de bovinos, pois não alteram o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC Internacional, 1990. 1025p.
- BENCHAAAR, C., HASSANAT, F., GERVAIS, R., CHOUINARD, P. Y., JULIEN, C., PETIT, H. V., MASSÉ, D. I. Effects of increasing amounts of corn dried distillers grains with solubles in dairy cow diets on methane production, ruminal fermentation, digestion, N balance, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 4, p. 2413 – 2427, 2013.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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, n.2, p.335-342, 2008.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, p.1476-1483, 1986.
- 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. **Ciências agrárias**, v.31, n.4, p.1059-1070, 2010.
- ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE OBSERVAÇÃO DE SUPERFÍCIE AUTOMÁTICA DE MARECHAL CANDIDO RONDON-PR (CÓDIGO A 820) – **ECMCR A820** - CONVÊNIO: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) e UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE). Dados de Dezembro/2015 à Março/2016.
- FERNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.249-251, 1965.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p.3851-63, 1993.
- KUNKLE, W. E.; BATES, D. B. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements. **In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORTCOURSE**, 1998, Gainesville. Proceedings... Gainesville: University of Florida, p.59-70, 1998.

- LANA, R.P. **Nutrição e Alimentação Animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.
- LIMA JÚNIOR, D. M., BRAGA, A. P., RANGEL, A. H. N., BRAGA, Z. C. A. C., BARRETO, H. F. M., MACIEL, M. V. Farelo de algodão (*Gossypium* spp.) extrusado na dieta de ruminantes: consumo e digestibilidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 1, p. 68 – 75, 2011.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v. 38, n. 3, p. 437 - 443, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh revised edition, Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Org). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.299-322.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562 - 3577, 1992.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A., A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. V. 18, n. 2, p. 104 - 111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583 - 3597, 1991.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG, 1980, 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diversas fontes proteicas estudadas, os grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS) de milho, o farelo de algodão de alta energia e a ureia pecuária protegida são excelentes fontes de proteína que podem ser incluídas ou substituídas no farelo de soja na alimentação de ruminantes. Sem prejudicar a ingestão e digestibilidade da matéria seca e alguns nutrientes.

O farelo de soja, DDGS e FAAE podem ser utilizados sem restrições (apenas do FDN ser superior ao recomendado), porém com a ureia deve-se ter o cuidado com a dose máxima permitida, e fornecidas na dieta em pequenas quantidades até que o animal esteja adaptado.

O DDGS e o FAAE podem ser fornecidos em dietas com baixo teor de energia, pois em sua composição, os níveis de EE são mais elevados que os do FS. Porém, pelo DDGS e o farelo de algodão de alta energia serem obtidos por beneficiamentos, podem apresentar composição variável, sendo necessário que seja analisado quimicamente para o seu uso em formulação para a ração dos animais.