

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

MAICHEL JHONATTAS LANGE

**CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE
PRODUÇÃO LEITEIROS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE
VACAS ALIMENTADAS COM PRÉ SECADOS DE LEGUMINOSAS EM
SISTEMA ORGÂNICO**

Marechal Cândido Rondon – PR
Fevereiro de 2020

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

MAICHEL JHONATTAS LANGE

**CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE
PRODUÇÃO LEITEIROS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE
VACAS ALIMENTADAS COM PRÉ SECADOS DE LEGUMINOSAS EM
SISTEMA ORGÂNICO**

Tese de doutorado apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - na Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.
Orientadora: Profa. Dra. Maximiliane Alavarse Zambom
Coorientadora: Profa. Dra. Daniele Cristina da Silva Kazama
Coorientador: Prof. Dr. André Fonseca de Brito

Marechal Cândido Rondon - PR

Fevereiro de 2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Lange, Maichel Jhonattas

Caracterização de sistemas convencionais de produção leiteiros e produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com pré secados de leguminosas em sistema orgânico / Maichel Jhonattas Lange; orientador(a), Maximiliane Alavarse Zambom; coorientador(a), Daniele Cristina da Silva Kazama, coorientador(a)II, André Fonseca de Brito, 2020.

81 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2020.

1. análise multivariada. 2. leguminosas. 3. metano entérico. 4. produção leiteira. I. Zambom, Maximiliane Alavarse . II. Kazama, Daniele Cristina da Silva. III. Brito, André Fonseca de . IV. Título.

MAICHEL JHONATTAS LANGE

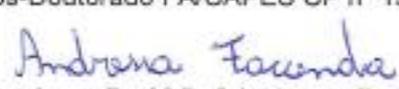
Caracterização de sistemas convencionais de produção leiteiros e produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com pré secados de leguminosas em sistema orgânico

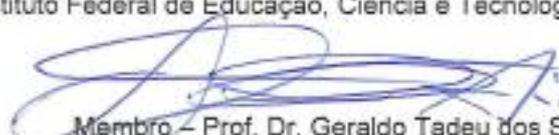
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Doutor em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura", APROVADO(A) pela seguinte Banca Examinadora:


Orientadora – Prof.ª Dr.ª Maximiliane Atavarse Zamboni
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Uniceste) - Campus de Mal. Cândido Rondon


Membro – Dr.ª Caroline Daiane Nath
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Uniceste) - Campus de Mal. Cândido Rondon
(PNPD/PPZ)


Membro – Dr. André Sanches de Avila
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Uniceste) - Campus de Mal. Cândido Rondon
(Pós-Doutorado FA/CAPES CP nº 13/2018)


Membro – Prof.ª Dr.ª Andressa Faccenda
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense


Membro – Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2020.

A Deus, por iluminar minha vida

*À minha esposa e parceira de todas as horas, **Anna Raquel Grams Cassol**, pela
confiança, dedicação, ajuda, incentivo, pelo reencontro, companheirismo e
principalmente pelo Amor sincero.*

*Aos meus pais, **Vilmar Lange e Elia Lange**, a quem tanto amo e admiro.
Obrigado por todo amor, respeito, confiança e incentivo.*

*Aos meus irmãos, **Michael e Maiare**, pela amizade e parceria que nos une.*

E a todos meus amigos, pela ajuda e por acreditarem em mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre se fazer presente e perseverante em minha vida, me iluminando e protegendo.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela disponibilidade de realização deste trabalho e por ser fonte de conhecimento e difusora de pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom, pela amizade, orientação, paciência, ensinamentos, parceria profissional e principalmente por ter acreditado em mim e no meu trabalho. À professora Dr.^a Daniele Cristina da Silva Kazama, pela Coorientação e pelas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Dr. André Brito, pela dedicação, paciência, amizade, auxílio e oportunidade de ter trabalhado com seu grupo de pesquisa na University of New Hampshire, e a grande aprendizagem que tive nesses meses que passei na UNH, vou levar para a vida.

À ITAIPU Binacional, pelo convênio firmado com a Unioeste, visando o desenvolvimento da atividade leiteira em pequenas propriedades do Oeste do Paraná.

À Fundação Araucária pela bolsa de estudos.

A CAPES pelo suporte financeiro e apoio pesquisa no Brasil e no exterior (88881.187595/2018-01).

Ao Paulo Henrique Morsch, secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIOESTE, pela dedicação, disponibilidade e respeito sempre.

Aos produtores de leite entrevistados, pela atenção e disponibilidade em contribuir diretamente com este trabalho, quando aceitaram abrir as porteiras de suas propriedades.

Aos amigos, Josias Fornari, Fernando Anschau, Rodrigo Tinini, Tiago Venturini, Dieisson Grunevald, Everline Eckstein, Fabio Corbari, Vanice Fülber e a todos os outros membros do QUALHADA, que de uma forma ou de outra me auxiliaram sem medirem esforços durante a execução deste estudo, pela atenção, dedicação e responsabilidade em todos os instantes.

Ao amigo pós doutorando Luiz Pereira, que não mediu esforços para me auxiliar em tudo que precisei durante o período que estive no doutorado sanduíche.

Aos funcionários e colaboradores do setor do transporte e administrativo.

Em especial agradeço meu amigo Marcelo Neumann que sempre me apoiou em busca do meu objetivo.

E todos aqueles que de alguma forma cooperaram para que pudesse chegar a mais esta conquista em minha vida.

EPÍGRAFE

*“A melhor maneira que o homem dispõe para se aperfeiçoar é aproximar-se de Deus.”
(Pitágoras)*

CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS CONVENCIONAIS DE PRODUÇÃO LEITEIROS E PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS ALIMENTADAS COM PRÉ SECADOS DE LEGUMINOSAS EM SISTEMA ORGÂNICO

RESUMO

No primeiro experimento objetivou-se tipificar os sistemas de produção de leite, com a utilização de análise fatorial, identificando os fatores que caracterizam os diferentes sistemas de produção, com base na similaridade das variáveis estudadas. O presente estudo foi realizado nas regiões Oeste e Centro Oriental do Estado do Paraná. Os municípios participantes deste estudo foram Toledo, Quatro Pontes, Marechal Cândido Rondon, Mercedes, Palmeira, Ponta Grossa, Carambeí e Castro. A coleta de dados foi realizada em 353 sistemas de produção de leite (SPL), utilizando-se um questionário guia. A variância acumulada definida pelos dois fatores (F1 e F2) gerados na análise fatorial, indica que entre os produtores rurais entrevistados, esses dois fatores explicam 76,76% da variação entre eles. Para F1 as variáveis que tiveram maior carga fatorial foram: área total (há), área destinada a produção leiteira, mão-de-obra, número de vacas em lactação e produtividade por dia (Litros). Já para F2 as variáveis que tiveram maior carga fatorial foram: fertirrigação, onde é produzido o dejetos da fertirrigação e dejetos de lagoa ou biodigestor. Após a formação dos fatores, os grupos de produtores definidos na análise de cluster foram plotados em gráfico, onde permitiu-se reduzir o universo inicial de 353 sistemas de produção para cinco grupos homogêneos de sistemas. Fica evidente a heterogeneidade entre os grupos formados e as regiões estudadas. As características que se destacaram para a diferenciação dos sistemas de produção de leite foram: idade do responsável pela atividade; tempo na atividade leiteira; escolaridade do produtor; área total; volume de leite produzido; número de vacas em lactação. Já no segundo experimento, o objetivo foi avaliar a eficiência proteica, produção de leite e seus componentes e emissão de CH₄ na dieta de vacas leiteiras em sistema orgânico de criação alimentadas com pré secados de alfafa consorciada com gramíneas e trevo vermelho consorciada com gramíneas. Utilizou-se dezoito vacas da raça Jersey, múltíparas com certificação orgânica e média de 146,5 ± 45 dias em lactação (DEL), produção de leite em 24,1 ± 7,5 kg/dia e 490,9 ± 64,5 kg de peso corporal e 2 vacas também da raça Jersey, primíparas com certificação orgânica e média de 159 ± 63,6 DEL, produção de leite em 21,8 ± 0,77 kg/dia e 414,3 ± 4,1 kg de peso corporal. Foram

formados 10 blocos em pares (n = 10 pares) de acordo com DEL e produção de leite e, dentro de pares, designados aleatoriamente para os tratamentos 1 de 2 (1 - pré secado de alfafa com mix de gramíneas e 2 - pré secado de trevo vermelho com mix de gramíneas). O experimento foi conduzido em três períodos, onde o primeiro período foi “covariate period” (durante 14 dias) e mais dois períodos (utilizando as dietas experimentais), onde cada período teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta de dados e amostras. Pode-se observar que a proteína solúvel dos pré secados das duas espécies tem uma diferença significativa, sendo que a alfafa apresenta 63 e 62% do total da proteína na forma solúvel e o pré secado do trevo vermelho, é 25,5 e 40,5%. Observou-se uma diferença significativa na ingestão de MS entre os diferentes tratamentos, pois as vacas que recebiam o pré secado de alfafa consumiram menos MS. Também podemos observar efeito significativo quando comparamos os dois tratamentos para produção de leite corrigido para 4% de gordura, onde o pré secado de alfafa produziu mais leite que o pré secado de trevo vermelho, nos períodos de coleta. Foi observado que o MUN do leite das vacas alimentadas com trevo vermelho foi inferior significativamente, comparado com o leite de vacas alimentadas com o pré secado de alfafa. Também podemos observar uma diferença significativa na concentração de histidina no plasma sanguíneo, onde as vacas que recebiam o pré secado de trevo vermelho apresentaram uma maior concentração. A produção de metano entérico apresentou diferença significativa entre os tratamentos na primeira semana de coleta, onde as vacas alimentadas com pré secado de alfafa tiveram uma maior produção de metano que as vacas alimentadas com pré secado de trevo vermelho. Com base nos resultados do presente trabalho, a alfafa melhorou a produção de gordura do leite, enquanto o trevo vermelho reduziu o MUN, devido a melhor eficiência da utilização do nitrogênio com a enzima polifenol oxidase e melhorou os ácidos graxos ω -3 e a histidina plasmática.

Palavras-chave: análise multivariada, leguminosas, metano entérico, produção leiteira, tipologia

CHARACTERIZATION OF CONVENTIONAL MILK PRODUCTION SYSTEMS AND MILK PRODUCTION AND QUALITY OF COWS FEEDED WITH HAYLAGE VEGETABLES IN ORGANIC SYSTEM

ABSTRACT

In the first experiment, the objective was to typify the milk production systems, using factor analysis, identifying the factors that characterize the different production systems, based on the similarity of the studied variables. The present study was carried out in the Western and Eastern Central regions of the State of Paraná. The municipalities participating in this study were Toledo, Quatro Pontes, Marechal Cândido Rondon, Mercedes, Palmeira, Ponta Grossa, Carambeí and Castro. Data collection was performed in 353 dairy production systems (SPL), using a guide questionnaire. The accumulated variance defined by the two factors generated in the factor analysis (F1 and F2), indicates that among the farmers interviewed, these two factors explain 76.76% of the variation between them. After the formation of the factors, the groups of producers defined in the cluster analysis were plotted, where it was possible to reduce the initial universe of 353 production systems to five homogeneous groups of systems. It is possible to observe the comparison of the data collected in the present study with data from the last Senso Agropecuário. It is evident the heterogeneity between studied regions and between municipalities of the same region. For F1, the variables that had the highest factor load were: Total Area (ha), Area destined to milk production, Labor, Number of lactating cows and Productivity per day (Liters). For F2, the variables that had the greatest factorial load were: Fertirrigation, Where the fertirrigation waste is produced and Dejeito is a pond or biodigester. The characteristics that stood out for the differentiation of the dairy production systems were: Age of the person responsible for the activity; Time in the Milk activity; Producer education; Total area; Volume of milk produced; Number of lactating cows. In the second experiment, the objective was to evaluate the protein efficiency, milk production and its components and CH₄ emission in the diet of dairy cows in organic farming system fed with haylage alfalfa intercropped with grasses and red clover intercropped with grasses. Eighteen Jersey cows, multiparous with organic certification and mean of 146.5 ± 45 days in lactation (DIM), milk production at 24.1 ± 7.5 kg / day and 490.9 ± 64.5 kg of body weight and 2 Jersey cows, primiparous with organic certification and average of 159 ± 63.6 DIM, milk production at 21.8 ± 0.77 kg / day and 414.3 ± 4.1 kg of body weight. 10 blocks were

formed in pairs (n = 10 pairs) according to DIM and milk production and, within pairs, randomly assigned to treatments 1 of 2 (1 - haylage alfalfa with grass mix and 2 - haylage of red clover with grass mix). The experiment was conducted in three periods, where the first period was "covariate period" (for 14 days) and two more periods (using experimental diets), where each period lasted 21 days, with 14 days of adaptation and 7 days collection of data and samples. It can be observed that the soluble protein of the pre-dried of the two species has a significant difference, with the alfalfa presenting 63 and 62% of the total protein in the soluble form and the haylage of the red clover, is 25.5 and 40, 5%. There was a significant difference in DM intake between the different treatments, as cows that received the haylage alfalfa consumed less DM. We can also observe a significant effect when we compare the two treatments for the production of milk corrected to 4% fat, where the haylage alfalfa produced more milk than the haylage red clover, in the collection periods. It was observed that the MUN of the milk of the cows fed red clover was significantly lower, compared to the milk of cows fed the dried alfalfa. We can also observe a significant difference in the concentration of histidine in the blood plasma, where the cows that received the haylage red clover had a higher concentration. The production of enteric methane showed a significant difference between treatments in the first week of collection, where cows fed alfalfa haylage had a higher methane production than cows fed red dried clover. Based on the results of the present work, alfalfa improved milk fat production, while red clover reduced MUN, due to the better efficiency of nitrogen use with the enzyme polyphenol oxidase and improved ω -3 fatty acids and histidine plasmatic.

Key words: dairy production, enteric methane, legumes, multivariate analysis, typology

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1. Cadeia produtiva do leite | 14 |
| 2.2. Estudos de sistemas de produção de leite | 16 |
| 2.3. Tipificação de sistemas de produção..... | 18 |
| 2.4. Coleta de amostras e dados | 20 |
| 2.5. Modelos matemáticos, ACM (análises de componentes principais) e ACM (análises de componentes múltiplos) | 21 |
| 2.6. Produção de leite orgânico | 23 |
| 2.7. Alfafa e Trevo Vermelho | 25 |
| 2.8. Processo de ensilagem do pré secado “haylage” | 26 |
| 2.9. Balanço energético/proteico..... | 29 |
| 2.10. Produção de metano entérico e ácidos graxos voláteis | 30 |
| Referências bibliográficas | 32 |
| 3. TIPOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO LEITEIROS | 42 |
| 3.1. Introdução | 44 |
| 3.2. Material e Métodos | 45 |
| 3.3. Resultados e Discussão | 47 |
| 3.4. Conclusão..... | 55 |
| Referências bibliográficas | 56 |
| 4. EFICIENCIA ALIMENTAR PROTEICA E EMISSÃO DE METANO EM VACAS JERSEY NO SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO ALIMENTADAS COM PRÉ SECADOS DE “<i>Medicago sativa</i>” E “<i>Trifolium pratense</i>” | 59 |
| 4.1. Introdução | 61 |
| 4.2. Material e Métodos | 62 |
| 4.2.1. Animais, Delineamento Experimental e Tratamentos..... | 62 |
| 4.2.2. Manejo das vacas, amostragem e análise de alimentos..... | 64 |
| 4.2.3. Amostragem e Análises de Leite..... | 65 |
| 4.2.4. Amostragem e Análises de Sangue | 66 |
| 4.2.5. Amostragem e Análises de urina e fezes..... | 66 |
| 4.2.6. Amostragem líquido ruminal e análises | 67 |
| 4.2.7. Análise estatística..... | 68 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.3. Resultados e Discussão | 68 |
| 4.4. Conclusão..... | 78 |
| Referências Bibliográficas | 78 |

1. INTRODUÇÃO

Dentre os principais segmentos do agronegócio, a cadeia produtiva do leite é considerada como uma das mais importantes, tanto do ponto de vista econômico, já que sua representação vem crescendo constantemente perante as atividades do agronegócio, como do ponto de vista social, pois é uma atividade de extrema importância na geração de emprego e renda, principalmente ao produtor rural, impedindo, em muitos casos, uma intensificação do êxodo rural (VIANA e RINALDI, 2010).

A produção de leite no Brasil passou de 8 bilhões de litros/ano em 1970 para aproximadamente 35 bilhões de litros/ano em 2018, atingindo o quinto lugar no ranking de produção leiteira mundial (GODINHO e CARVALHO, 2009; IBGE, 2017). A cadeia produtiva do leite está distribuída por todo o Brasil, porém, com diferenças marcantes entre as regiões produtoras. Apesar das diferenças existentes, inúmeras famílias produtoras de leite no território nacional obtêm sua renda exclusivamente dessa atividade (YAMAGUCHI et al., 2006).

Contudo, a atividade leiteira desenvolvida em todo o território nacional tem como característica a heterogeneidade dos sistemas de produção. Nesse cenário toma destaque a agricultura familiar, pois o setor também é responsável por 58% da produção de leite em território nacional, contribuindo significativamente para a redução da pobreza e segurança alimentar (IBGE, 2017; IFAD, 2013).

Em meio a esse ambiente diverso, a identificação de alguns gargalos da produção pode ser minimizada por meio de agrupamentos das unidades de produção em grupos homogêneos (BRITO et al., 2004; ALENDE, 2006), fazendo assim a necessidade de estudos voltados a tipificação e caracterização de sistemas de produção de leite, sendo possível assim melhorar a eficiência produtiva dos sistemas.

E quanto a produção de leite nos estados Unidos, é concebível que, pelo menos a curto prazo, mais fazendas orgânicas farão a transição das práticas tradicionais para práticas de alimentação orgânicas com maior quantidade de capim para reduzir os custos de alimentação. A produção de leite orgânico tem sido uma das atividades de mais rápido crescimento no segmento de orgânicos nos Estados Unidos nos últimos 20 anos (BRITO e SILVA, 2019).

Portanto, é importante avaliar o desempenho de propriedades orgânicas para eficiência alimentar e eficiência de utilização do nitrogênio no leite.

O objetivo do primeiro estudo foi demonstrar de forma clara e exemplificada através de alguns métodos utilizados, a importância do estudo de sistemas de produção de leite. Já no segundo experimento objetivou-se avaliar a eficiência proteica, produção de leite e seus componentes e emissão de CH₄ na dieta de vacas leiteiras em sistema orgânico de criação alimentadas com pré secados de alfafa e trevo vermelho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cadeia produtiva do leite

A crescente inserção do agronegócio na economia globalizada tem levado o setor a exercer um significativo papel no desenvolvimento econômico nacional de países em desenvolvimento, principalmente em regiões agropecuárias. A cadeia produtiva do leite tem crescido mundialmente, empregando mão de obra e tendo participação importante na formação da renda bruta da agricultura (VIANA e RINALDI, 2010; REVISTA BALDE BRANCO, 2013).

As 150 milhões de propriedades ligadas à produção de leite no mundo, cerca de 895 milhões de pessoas, ou seja, 12 a 14% da população mundial está envolvida com a atividade. O número de explorações leiteiras é maior na Índia e Paquistão (75 e 14 milhões, respectivamente), seguidos pelo Brasil, China, Etiópia, Irã, Romênia, Rússia, Turquia, Ucrânia e Uzbequistão com cerca 1,0 a 2,5 milhões de explorações leiteiras, sendo expressivamente maior do que União Europeia (533.851) e os Estados Unidos (78.300) (FAO, 2018).

A produção mundial de leite atingiu 811 milhões de toneladas em 2017, 1,4 por cento maior do que em 2016. A produção se expandiu na Ásia, nas Américas e na Europa; estagnou-se na África; e declinou na Oceania. O Brasil atingiu o quinto lugar no ranking mundial de produção leiteira, produzindo aproximadamente 35 bilhões de litros no ano de 2017 (FAO, 2018).

Estudos projetam para 2025 a produção de pelo menos 47,5 milhões de toneladas de leite para atender à população de 219 milhões de pessoas (BRASIL, 2015; VILELA, 2015). Certamente haverá crescimento da produção e aumento da escala de produção e, conseqüentemente, redução no número de produtores, uma tendência previsível devido aos processos ocorridos (ex.: concentração da produção e aumento de produção animal/ano) nas últimas cinco décadas. Se a taxa de evasão de produtores da atividade se mantiver semelhante à apresentada entre os censos agropecuários de 1995–1996 e 2005–2006 (IBGE, 1996, 2006), em 2025 o mercado terá 451 mil propriedades leiteiras, podendo chegar a 216 mil propriedades que comercializarão leite. Para isso, é necessário que a produtividade cresça acima da média histórica de 3,2% ao ano (IBGE, 2016) e alcance níveis superiores a 2.000 kg/lactação (BRASIL, 2015). Segundo Carvalho et al. (2016) baseando-se no mercado de leite nacional inspecionado, cerca de 285 mil produtores estarão na ativa em 2025, produzindo em média 307 kg/dia.

Existem diferenças marcantes na produção leiteira nas distintas regiões brasileiras, pois a cadeia produtiva está distribuída em todo território nacional. Inúmeras famílias de produtores obtêm sua renda exclusivamente da produção de leite, apesar dos muitos sistemas de produção encontrados no Brasil (YAMAGUCHI et al., 2006).

Neste universo de grande heterogeneidade de sistemas de produção de leite, uns são altamente tecnificados com elevadas produções e outros são mais rústicos e menos especializados. Zoccal e Carneiro (2008) caracterizam a indústria de laticínios no Brasil por ser heterogênea, especialmente na produção, com grandes fazendas comerciais, de alto desempenho, com tecnologia de ponta e produção acima de 60.000 litros/dia. Por outro lado, existem propriedades de subsistência, com nível de produção média diária de menos de 10 litros/dia.

Os produtores mais especializados concentram-se nas bacias leiteiras tradicionais, como as dos Estados de Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul e Paraná. O sul do Brasil, tradicionalmente produtor de leite, a tradição veio como herança da população européia que se firmou nessa região, consolidado pela estrutura fundiária, com predominância de pequenas propriedades (FAEP, 2008).

Para a maioria dos produtores, a pecuária leiteira desempenha importante papel econômico, cria condições para a ocupação da mão de obra familiar e garante renda mensal para os empreendimentos (EMATER, 2014). Nesse cenário toma destaque a agricultura familiar, pois é responsável por mais de 60% do fornecimento de alimentos consumidos em grande parte do mundo, contribuindo significativamente para a redução da pobreza e segurança alimentar (IFAD, 2013).

Porém, apesar de representativa, a agricultura familiar ainda apresenta problemas em relação aos seus índices de produtividade. Segundo relatório da CEPAL- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, a contribuição da agricultura familiar na produção agrícola se apresenta potencialmente viável no fornecimento de alimentos, redução do desemprego e da pobreza das famílias mais vulneráveis que vivem em áreas rurais porém, ela se apresenta com baixa produtividade e geração de renda insuficiente para possíveis investimentos e garantia da permanência das famílias em suas propriedades agrícolas (CEPAL, 2014).

Uma das assinaturas mais marcantes da agricultura familiar se situa exatamente no fato de ser representativo nos âmbitos econômicos e sociais, assumir um papel importante nas questões relacionadas com produções sustentáveis, porém, é tida como improdutiva, gerando uma dicotomia, principalmente quando é comparada com o

mesmo embasamento do agronegócio (NAVARRO e PEDROSO, 2011). Um dos grandes desafios encontrados consiste em encontrar incentivos e uma linguagem adequada, visando demonstrar ao agricultor familiar seu papel na economia, adequando o discurso técnico com a sua prática, como atividade profissional, necessitando de planejamento, com metas e visando resultados satisfatórios (ALTIERI, 2002).

Maynard e Nault (2005) reforçam que as pequenas fazendas leiteiras podem não satisfazer todos os critérios, inclusive o da sustentabilidade, mas elas têm sido capazes de permanecer economicamente viável, com divergência substancial entre os grandes e pequenos produtores, havendo necessidade de tratamentos diferenciados para ambos. Na maioria das propriedades os responsáveis pela produção leiteira são os próprios proprietários e cônjuges, com idade média acima de 40 anos, com baixos níveis de escolaridade (NEY e HOFFMANN, 2009).

Assim fica claro a necessidade do convívio da agricultura familiar com a atividade leiteira, pois ela pode ser praticada em áreas com topografia menos favorável a agricultura e mesmo que haja outras fontes de renda, a atividade leiteira serve como um complemento na renda familiar e auxilia no custeio das atividades agrícolas como um todo, além de garantir uma entrada mensal de recursos financeiros na propriedade (CARVALHO et al., 2012). A produção de leite está presente entre as inúmeras atividades desenvolvidas pela agricultura familiar, oportunizando o trabalho no campo e, portanto, podendo garantir a permanência das famílias em suas propriedades.

Porém, os desafios técnicos e econômicos impostos pelo setor leiteiro são muitos, e podem expor os produtores caracterizados como agricultores familiares a pontos de vulnerabilidades socioeconômicas, fragilidades ambientais, entraves e potencialidades da atividade.

2.2. Estudos de sistemas de produção de leite

Para entender como deverá ser abordado esse tema, é necessário o entendimento sobre alguns conceitos úteis, o primeiro deles é o de sistemas de produção. Originalmente denominado como “Systèmes d’élevage” no trabalho clássico de Landais (1998) referindo-se ao estudo, sistematização, organização da atuação sobre os produtores envolvidos com a produção animal da França. Foi definido por Dedieu et al. (1997) como: “um conceito que objetiva levar em conta as interações as dimensões humanas e biotécnicas dos sistemas de produção”. Esse entendimento facilita a

estruturação do esforço de pesquisa e evita as simplificações excessivas das abordagens univariadas, geralmente experimentais.

Tradicionalmente, na literatura especializada considerou-se por muito tempo as segmentações e especializações do Sistema de Produção de Leite – SPL, como partes a serem tratadas e resolvidas separadamente. A nutrição, alimentação, reprodução, melhoramento, manejo, sanidade e gestão foram bastante especializadas e seus estudos desenvolvidos separadamente. A condução da pesquisa para uma visão industrialista da produção leiteira visando à maximização da produção unitária e as aplicações de tecnologias de produto foram e são adotadas como parâmetros incontestáveis de modernização e sucesso da exploração. Embora haja vários estudos acerca desses eventos separadamente, há uma abordagem sistêmica que pode vir a acrescentar mais funcionalidade às informações geradas pelas pesquisas.

Nas palavras de Hostiou et al. (2006) a propriedade agrícola é cada vez mais reconhecida como um objeto de estudo complexo. Torna importante quando nela se intervém para fornecer um conselho de orientação ou uma ajuda à gestão. A complexidade reside em todos os fatos sociais, culturais, produtivos, climáticos, geográficos e políticos que abrangem uma região, cuja superfície além de local de moradia e convivência é direcionada para alguma atividade produtiva, ao contrário da visão produtivista, que aponta unicamente para a característica do campo ser um local de produção.

A atividade leiteira desenvolvida em todo o território nacional tem como característica a heterogeneidade dos sistemas de produção. Em meio a esse ambiente diverso, alguns dos gargalos da produção podem ser minimizados por meio de agrupamentos das unidades de produção em grupos homogêneos (BRITO et al., 2004; ALENDE, 2006), aos quais podem ser direcionadas as informações compatíveis com a realidade produtiva de cada grupo (BODENMULLER FILHO et al., 2010).

Várias foram as definições atribuídas à palavra sistema, porém, todas as definições convergem para a ideia de que “um sistema é um conjunto de partes coordenadas realizando determinadas funções em busca de objetivos específicos” (MARTINELLI e VENTURA, 2006). Um sistema de produção é representado por um conjunto de componentes, processos e produtos inter-relacionados, gerenciados de forma harmônica, visando aperfeiçoar seus resultados (STUMPF et al., 2000).

Segundo Aleixo et al. (2007) uma propriedade leiteira ou unidade de produção pode ser chamada de “Sistema de Produção”, e em seu estudo e reconhecimento, deve

ser considerada a abordagem descritiva, objetivando reconhecer os diferentes grupos de produtores e permitindo a caracterização das diversidades da produção leiteira, assim como, os principais fatores que impedem o desenvolvimento mais acelerado dessa atividade.

Há uma grande diversidade sobre a definição do sistema de produção para cada unidade produtiva oriunda da associação e combinação de determinados fatores que envolvem a base física, os fatores socioeconômicos e culturais da propriedade. Nesse formato, a atividade leiteira permite uma coexistência de diversos modelos de sistemas de produção simultaneamente, numa mesma região ou localidade, assegurando diversidade (LANGE et al., 2016; NEUMANN et al., 2016).

2.3. Tipificação de sistemas de produção

Para a melhoria dos sistemas é primordial o estabelecimento de metas para a identificação daqueles sistemas mais eficientes, tanto técnica como economicamente, devido à existência de uma variedade muito grande de sistemas de produção (MARTINS et al., 2007). A condução de estudos de sistemas produtivos é extremamente relevante, pois permite identificar não somente as características da produção leiteira, mas também os principais fatores que impedem o desenvolvimento mais acelerado dessa atividade. Além disso, permitem identificar como variáveis isoladas inferem e determinam estes fatores (BRITO et al., 2004).

A produção de leite no Brasil é de natureza complexa, pois depende de uma base constituída de elevado número de produtores de baixa escala de produção e grande diversidade de estratégias, impondo desafios à evolução dos sistemas de produção para a pesquisa, a extensão rural e as indústrias (BODENMULLER FILHO et al., 2010). O segmento leiteiro permite a coexistência de diversos modelos de sistemas de produção simultaneamente numa mesma região ou localidade e cada unidade de produção, ou seja, cada propriedade é coexistente dentro de um contexto regional, onde o tipo e a natureza da produção devem estar em consonância com as demandas pelo produto e com a sua comercialização. Essa diversidade é possível porque a definição do sistema de produção em cada unidade produtiva é fruto da associação e combinação de fatores que envolvem a base física, os fatores socioeconômicos e culturais da propriedade (SMITH et al., 2002).

A eficiência do gerenciamento dos principais fatores da atividade leiteira, em seus aspectos técnicos como manejo, alimentação, sanidade, qualidade do leite e de fatores econômico-financeiros, garantem as tomadas de decisões para a obtenção dos resultados esperados dos sistemas de produção (MARTINS et al., 2007). Entretanto, o caráter dinâmico inerente ao ambiente de produção e a elevada diversidade socioeconômica, cultural e edafo-climática que caracterizam os sistemas de produção, associados ao fato da pecuária leiteira estar presente em mais de 80% dos municípios do Brasil, impõem a necessidade de estudos regionalizados (OLIVEIRA et al., 2007).

Estudos de caracterização podem ser considerados como um investimento, com papel fundamental no direcionamento futuro de assistência técnica prestada aos agropecuaristas. De acordo com Perrot (1990), estudos que contemplem a caracterização de sistemas de produção são denominados de estudos de tipologia, que na sua condução consideram as características intrínsecas de cada unidade de produção, a viabilidade e os entraves econômicos de cada realidade.

Budennmuller Filho et al. (2010) afirmam que a caracterização e o agrupamento dos sistemas de produção é possível por meio de estudos de tipologias de sistemas de produção de leite. Com esse estudo é possível afirmar, que todas as variáveis que afetam a tipologia em questão são consideráveis e permitem a obtenção de um banco de dados expressivo de cada propriedade.

A tipificação de sistemas de produção visa à identificação de limitantes do setor lácteo e para a implementação de projetos e programas que visem o desenvolvimento do mesmo (RESENDE e STOCK, 2014). Por esse motivo, os estudos de sistemas de produção permitem que as propriedades sejam estudadas na forma de grupos homogêneos. Essa forma de pesquisa permite compreender os aspectos relacionados à eficiência produtiva, aos custos de produção e à eficiência técnica, econômica e social dos sistemas. O estudo das propriedades em grupos de sistemas de produção elimina a necessidade dos estudos de casos individuais, que geralmente são onerosos e demandam muito tempo (SMITH et al., 2002).

Os sistemas de produção, quando estudados, demonstram as disparidades entre os manejos adotados nas propriedades, que se tornaram ainda mais pronunciadas após o processo de modernização da agricultura brasileira, pois os impactos da adoção de tecnologia pelas diferentes camadas de produtores foram determinantes na expansão da atividade. Contudo, avanços nesses estudos são necessários, principalmente no que tange a capacidade do produtor em gerir seu negócio e gerir tecnologias, no uso e

reconhecimento de ferramentas de gestão, na aproximação entre os agentes da cadeia produtiva, na organização dos produtores e ao acesso às inovações tecnológicas através da assistência técnica e extensão rural (OAIGEN et al., 2013).

O claro entendimento dos diversos sistemas de produção podem gerar alternativas técnicas que minimizem a heterogeneidade produtiva, contudo, isso não significa padronizar sistemas de produção, e sim torná-los sustentáveis, cada um dentro de sua realidade (ALEIXO et al., 2007).

2.4. Coleta de amostras e dados

Porém, para a execução e entendimento dos sistemas de produção, é primordial a coleta de dados. Existem várias formas diferentes de coletas de dados, quando se trata de um trabalho em parte conduzido de forma tradicional, em parte não experimental e não sujeito a controle local planejado. Contudo é possível separar a coleta em duas partes: através da coleta de amostras físicas no campo (exemplo: alimentos fornecidos aos animais, solo, leite, etc.) e através da coleta de dados que descrevem os processos, dados esses podendo ser quantitativos e/ou qualitativos (exemplo: dados econômicos, sociais, zootécnicos, etc.).

A colheita de amostras a campo e análise química, bromatológica, bioquímica, dentre outros, deve seguir protocolos e metodologias específicas para cada caso. Esses dados são de coleta e análise corriqueira nos domínios da zootecnia e poderão ser analisados de forma clássica, univariada explicitada e detalhada conforme trabalhos já executados de forma tradicional.

A segunda forma de coleta se refere aos dados que descrevem processos, obtidos por meio de entrevistas, enquetes, questionários, programas computadorizados de gestão de propriedade e outras ferramentas pouco usuais nestes domínios.

A colheita destes dados é um ponto fundamental de estudos dessa categoria, pois, principalmente para as variáveis que descrevem processos, muitas vezes qualitativas e categóricas é necessário rigor para que não haja viés de interpretação ou confusão, dado o grau de subjetividade de muitas das informações. O problema das variáveis qualitativas para a interpretação de dados é discutido por Minayo e Sanches, (1993).

Para Foddy (2003), a questão da construção das entrevistas e questionários é um ponto fundamental nas pesquisas de obtenção de dados a partir de pessoas, para este

autor o cerne do problema se concentra em falhas corriqueiras como por exemplo: quando o respondente não entende o que foi perguntado ou alguma falta de interesse dos respondentes em responder às questões em alguns casos. Mesmo assim, com suas limitações as entrevistas, enquetes e questionários se mostram uma poderosa ferramenta na obtenção de dados notadamente nas ciências agrárias (DEDIEU, 1997; HOSTIOU, 2006; DAMASCENO et al., 2008).

Dentro do método de coleta de dados por entrevistas e questionários ainda há algumas variações na forma e na mecânica de obtenção de informação que merecem alguma atenção, por influenciar nas estatísticas, de forma mais sutil ou induzindo a erros (VERGER, 2004).

A discussão básica é acerca dos questionários ditos “fechados” ou estruturados em que as respostas são opções, respondidas por formulário impessoalmente ou apresentadas em meio a uma entrevista. Questionários abertos ou não estruturados são aqueles que não há, na medida do possível, intervenção ou direcionamento das respostas por parte do entrevistador (DAMASCENO et al., 2008).

2.5. Modelos matemáticos, ACM (análises de componentes principais) e ACM (análises de componentes múltiplos)

Nos estudos de sistemas é fundamental o auxílio de modelos matemáticos diferenciados. Eles são uma forma rápida, de fácil execução e ao mesmo tempo confiáveis, que possibilitam visualizar diferentes alternativas a serem seguidas pelos produtores (TREVISAN et al., 2006). Já nos estudos de sistemas mais complexos, em princípio, não há controle de qualquer variável. Os métodos que têm sido empregados referem-se a análise estatística exploratória multidimensional: Análises de Componentes Principais – ACP; Análise de Correspondências Múltiplas – ACM e Análise de Classificação Hierárquica Ascendente – CHA (pelo método de Clusters). A finalidade dos usos dessas técnicas é: 1) definir variáveis de importância explicativa, 2) explicar a estrutura de correlações entre variáveis e casos e 3) construir tipologias, definidas como a ciência da elaboração de “tipos” com a finalidade de guiar análises de dados em uma realidade complexa (LANDAIS, 1998). As análises de dados de natureza univariada também são usadas nessa seara analítica, porém, não diretamente aos dados brutos que descrevem os processos, mas aos dados de respostas diretas (contaminação do leite em

função de época ou região, por exemplo), análise fatorial de correspondência múltipla, análise fatorial múltipla, etc (LEBART et al., 2004).

Outro aspecto, diz respeito a natureza das variáveis estudadas: principalmente variáveis subjetivas, construídas a partir das observações das práticas realizadas em um processo de discussão exaustiva entre membros de equipe multidisciplinar. Para isso os métodos multivariados de estatística são necessários para a abordagem. Esses métodos (frequêncista ou não) derivam basicamente de análises exploratórias, classificatórias e fatoriais. As peculiaridades dessas análises variam de acordo com o objetivo do estudo e com a natureza intrínseca dos dados ou variáveis, sejam esses quantitativos qualitativos ou um conjunto misto (MINAYO e SANCHES, 1993).

A Análise de Componentes Principais pode-se destacar algumas características essenciais da ACP segundo Kubrusly (2001). A primeira é que sendo uma análise com propriedades geométricas a dispersão dos dados é importante, pois está associada à quantidade de variância contida nos mesmos, proveniente das combinações lineares das variáveis originais. Portanto a variância (variância explicada ou também inércia) é a medida central, pois traduz a informação contida em cada variável, obtida por sua vez, a partir dos autovalores.

A Análise de Correspondências Múltiplas é um caso especial da Análise de Correspondências, basicamente é similar a ACP em interpretação, porém, suas estatísticas são calculadas levando em consideração que suas variáveis são categóricas, ou seja, aplica-se aos dados discretos, inclusive qualitativos. Suas estatísticas são complexas do ponto de vista matemático, porque envolvem uma pesada notação de álgebra matricial (De LEEUW, 1984), não muito comum nesta área de estudo.

A Análise Fatorial é uma técnica multivariada usada para combinar um grande conjunto de variáveis inter-relacionadas em um número menor de fatores. Um fator representa objetivamente as diferentes variáveis que o compõe. Cada fator é formado por variáveis que apresentam uma grande correlação entre si e pouca correlação com as variáveis formadoras de outros fatores (HAIR et al., 2005; FÁVERO et al., 2009) se tornando efetiva se a quantidade de dados a serem analisados é grande, em cujo caso a inspeção visual ou análise estatística simples não consegue revelar sua estrutura.

A Análise Hierárquica Ascendente, também chamada de análise de grupamentos ou clusters (KUBRUSLY, 2001) é uma técnica baseada nas distâncias Euclidianas de grupamentos de objetos de acordo com determinadas variáveis. A variação total dos dados é denominada inércia, e a representação gráfica tradicional é um gráfico

bidimensional dos dois componentes principais (também chamados dimensões ou fatores) que capturam maior proporção da variância explicada na amostra (SMITH et al., 2002). Tem como objetivo dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos, de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características (MINGOTI, 2005). Segundo Hair et al., (2005) a análise de agrupamentos é usada principalmente como uma técnica exploratória e pode ser caracterizada como descritiva e não-inferencial.

A construção de tipologias (LANDAIS, 1998) ou a elaboração de índices classificatórios (KUBRUSLY, 2001) está entre essas nuances de utilização dos métodos de estatísticas exploratórias multidimensionais, que facilitam a interpretação e o entendimento de um campo mais amplo de dados, os quais podem estar correlacionados ou não. A forma de utilização dessas análises não é uniforme, sendo seguida aquela metodologia, cuja abordagem mais se adapte às características dos dados e que extraia as informações necessárias destes de acordo com a estruturação da hipótese.

Por fim, o objetivo diante do estudo a ser abordado deve ser claro e coerente com a metodologia utilizada, para que os possíveis resultados sirvam de auxílio para soluções de problemas que possam interferir de alguma maneira na produtividade do sistema.

2.6. Produção de leite orgânico

A produção orgânica é um sistema que se baseia em práticas de manejo específicas que aprimoram as propriedades químicas, biológicas e físicas do solo como o principal método para melhorar a produtividade das pastagens e culturas (BEEDE et al., 2017). Várias práticas agrícolas conhecidas são empregadas por produtores orgânicos que melhoram a qualidade do solo, incluindo rotação de culturas, plantio direto, culturas perenes, consórcio de forrageiras, as quais desempenham um papel fundamental na supressão de ervas daninhas, pragas, doenças e conseqüentemente um aumento significativo da biodiversidade do solo (LANGE et al., 2015).

O termo "orgânico" é oficialmente definido pela lei federal dos Estados Unidos da América (EUA) e regulamentado por meio de um processo de certificação. Conforme o departamento de agricultura dos Estados Unidos da América (USDA,

2013), orgânico é “um sistema de produção que é gerenciado para atender a condições específicas do local, integrando práticas culturais, biológicas e mecânicas que promovam o ciclo de recursos, o equilíbrio ecológico e preservem a biodiversidade”. Para vender o leite como orgânico, uma fazenda de gado leiteiro deve ser certificada, por uma certificadora autorizada, e inspecionado anualmente para verificar se as práticas de produção seguem os regulamentos do Programa Orgânico Nacional do USDA (PON, 2000).

A certificação orgânica requer o desenvolvimento de um Plano de Sistema Orgânico (PSO), que detalha todos os aspectos do gerenciamento da propriedade, incluindo programa de alimentação, saúde do rebanho, tratamentos, manejo de bezerros, práticas de pastoreio e métodos de cultivo. O PSO também fornece um programa proativo de fertilidade do solo; um plano de manejo de ervas daninhas e pragas para todas as culturas e animais sob certificação; e um programa muito específico de manejo de adubos. A produção orgânica também requer acesso a pastagens para todos os animais com mais de 6 meses de idade e que todos os animais da fazenda estejam em pastejo por pelo menos 120 dias no ano consumindo, no mínimo, 30% da matéria seca (MS) oriunda do pasto (NOP, 2000).

Segundo o Programa Orgânico Nacional do USDA (2000), durante a transição de uma fazenda para a certificação orgânica, todos os animais devem ser gerenciados de acordo com os padrões orgânicos por um ano inteiro antes que o leite possa ser vendido como orgânico. Esses padrões proíbem o uso de antibióticos, hormônios do crescimento ou organismos geneticamente modificados. Os animais devem ser identificados e inventariados individualmente. Alimentos orgânicos certificados devem ser usados para alimentar o rebanho nos 12 meses em que o mesmo está em transição para o status orgânico.

Nos Estados Unidos a indústria de laticínios orgânicos foi estabelecida com a aprovação da Lei de Produção de Alimentos Orgânicos de 1990. A Lei de Produção de Alimentos Orgânicos exigia que o USDA desenvolvesse padrões para todos os produtos orgânicos, incluindo laticínios (NOP, 2000).

A produção de leite orgânico começou a tomar destaque na década passada como um dos segmentos de crescimento mais rápido da agricultura orgânica nos Estados Unidos, criando novas oportunidades para os produtores de leite no nordeste dos Estados Unidos (PEREIRA et al., 2013). De acordo com o Pesquisa de Certificado

Orgânico (USDA NASS, 2017), o leite foi o principal commodity de agricultura orgânica nos Estados Unidos, com vendas anuais atingindo US\$ 1,386 bilhão em 2016.

A produção de leite orgânico atingiu 1,83 bilhão de toneladas no país em 2016 (USDA NASS, 2017), um aumento de 18,5% em comparação com 2015 (USDA NASS, 2016). O número de fazendas leiteiras orgânicas (2.559) e vacas (267.523) também aumentaram 12,1 e 16,7%, respectivamente, em 2016 vs 2015 (USDA NASS, 2016, 2017).

A transição da produção convencional para a produção de leite orgânico permitiu que os produtores de leite ameaçados financeiramente a abandonar o setor, se tornassem economicamente viáveis na produção leiteira novamente (O'HARA; PARSONS, 2013).

Os laticínios orgânicos típicos do Nordeste americano (região da Nova Inglaterra) são pequenos em tamanho, contendo aproximadamente 56 vacas ordenhadas por rebanho (MCBRIDE e GREENE, 2009; PEREIRA et al., 2013a). As condições climáticas do Nordeste dos Estados Unidos exigem a colheita e armazenamento de forragens como feno, silagem e/ou pré-secados para os meses de inverno, além do uso de grãos caros para equilibrar nutricionalmente as rações (MARSTON et al., 2011; HOSHIDE et al., 2011; PEREIRA et al., 2013a).

Vale ressaltar que as vacas leiteiras orgânicas em lactação no Nordeste ficam cerca de sete meses o ano (de novembro a maio) sendo alimentados exclusivamente com forragens armazenadas e grãos na maioria das fazendas e continuam a receber algum alimento armazenado para suplementar a pastagem durante a estação de pastoreio (maio a outubro) (HOSHIDE et al., 2011).

Assim, melhorando a qualidade da alimentação armazenada, para atender às necessidades nutricionais dos animais, particularmente durante a temporada de inverno, é crucial para reduzir os custos com a alimentação em propriedades leiteiras orgânicas na região Nova Inglaterra (MARSTON et al., 2011).

2.7. Alfafa e Trevo Vermelho

Medicago sativa L., conhecida pelos nomes comuns de luzerna e alfafa, é uma leguminosa perene, pertencente à família Fabaceae e subfamília Faboideae, amplamente utilizada como alimento para ruminantes em regiões de clima temperado e seco (WESTGATE, 1908).

Alfafa que normalmente vive quatro a oito anos, mas podem viver mais de 20 anos, dependendo da variedade e clima. A planta cresce a uma altura de até 1 m e possui um sistema radicular profundo. Isto a torna muito resistente, especialmente às secas (AUGUSTYN et al., 2011).

Trifolium pratense, o trevo vermelho é uma espécie herbácea de plantas com flores da família Fabaceae, nativa da Europa, Ásia Ocidental e noroeste da África, mas plantada e naturalizada em muitas outras regiões (HALL, 1993).

O trevo vermelho é uma planta perene, com hábito de crescimento ereto e raízes profundas. Suas folhas e caule possuem pilosidade característica, sendo as folhas marcadas com um “V” de cor branca (HANNAWAY, 2004) e as inflorescências aglomerados de flores roxas e tubulares.

Além disso, apresenta grande relevância em regiões de clima temperado e subtropical de altitude, tendo seu máximo crescimento em temperaturas entre 18 e 25 °C, podendo ser utilizada para pastejo ou colhida e conservada como feno e silagem, pois é altamente produtiva, com elevado valor nutritivo e boa capacidade de fixação biológica de nitrogênio (N) (HANNAWAY, 2004).

A alfafa tornou-se o “padrão ouro” ou leguminosa de referência para pré secados em fazendas leiteiras. Alfafa e trevo vermelho são comumente usados em propriedades orgânicas do nordeste dos Estados Unidos como alimentos armazenados e pastagens mistas (HAFLA et al., 2016). Estas duas leguminosas também têm diferentes concentrações de carboidratos solúveis (PELLETIER et al., 2010) e de nitrogênio não proteico, pois uma grande proporção da proteína da alfafa é degradada em amônia, peptídeos e aminoácidos (PAPADOPOULOS, 1983; MUCK, 1987), enquanto que, o de trevo vermelho é protegido contra proteólise devido à presença da enzima polifenol oxidase em tecidos de trevo vermelho (JONES et al., 1995).

2.8. Processo de ensilagem do pré secado “haylage”

A silagem e o feno são produtos finais de métodos de conservação de forragem para o inverno mais difundidas no mundo. Entre estes dois métodos há uma alternativa intermediária, denominada simplesmente de “pré secado” ou de “silagem pré secada”, que vem tendo o seu uso incrementado em nosso meio, principalmente por produtores de leite. Nos EUA esta técnica é conhecida como “haylage”, a junção de hay (= feno em

inglês) e silage (= silagem em inglês) ou, numa tradução literal, “feno-silagem” (MONTEIRO, 1999).

Silagem pré secada ou pré secado, são alimentos volumosos, conservados com umidade entre 35 a 70%, sob fermentação e crescimento microbiano limitado, em ambiente anaeróbio (PEREIRA e REIS, 2001).

Para se conservar uma forragem de forma fermentada, três características são importantes: o conteúdo de matéria seca, o nível de carboidratos solúveis em água (CSA) e o poder tampão (PTp). Esse último, é o responsável por dificultar a queda do pH da silagem. Já a silagem de leguminosa sem a pré-secagem (colheita direta) tem o processo fermentativo dificultado, pois o teor de MS é baixo (alta umidade), os carboidratos estão em concentrações também baixas e o poder tamponante é alto. Por isso, justifica-se a pré secagem para diminuir um dos fatores de risco, ou seja, a alta umidade (MARI, 2017).

Após o envelopamento dos pré secados, três fases distintas ocorrem até a sua completa estabilização:

- Primeira fase: denominada fase aeróbica, ocorre consumo do oxigênio que não foi expulso pela compactação;

- Segunda: é quando o oxigênio no material ensilado se esgota, chamada de fase anaeróbica, onde os micro-organismos anaeróbicos começam a crescer formando ácido acético + etanol + ácido lático + dióxido de carbono (CO₂) decorrentes da fermentação das hexoses (glicose e frutose) e pentoses (xilose e ribose), baixando o pH do ambiente;

- Terceira: ocorre após a queda do pH, fase de estabilização. Nesta fase, os baixos valores de pH inibem o crescimento da população de bactérias indesejáveis, interrompendo assim os processos de fermentação e iniciando a fase de estabilidade que se prolongará até que o silo seja aberto. Quanto mais rápido se completar o processo fermentativo, mais nutrientes (peptídeos e aminoácidos) serão preservados, melhorando o valor nutritivo da silagem (PEREIRA et al., 2008).

Porém, mesmo com um bom processo fermentativo algumas perdas são inevitáveis. Durante o processo de ensilagem a degradação proteica por enzimas das plantas e a ação de bactérias transformam proteína verdadeira em nitrogênio não proteico (NNP) (RODRIGUEZ et al., 1998). Esta transformação resulta em uma silagem com grande parte de seu N na forma de amônia. Além disso, a produção de grande quantidade de nitrogênio solúvel altera o processo de fermentação do pré secado, uma vez que os aminoácidos básicos, aminas e nitrogênio amoniacal, produtos da

hidrólise proteica, podem retardar a queda do pH e interferir na qualidade do pré secado produzido.

Na alfafa, a grande parte da proteólise ocorre durante a ensilagem. Parte da proteína verdadeira é degradada em nitrogênio não proteico (NNP), peptídeos, aminoácidos livres e nitrogênio amoniacal (MCDONALD et al., 1991).

Altas taxa de degradação de proteínas em N-amoniacal, geralmente contribuem para aumentar as concentrações de amônia no rúmen (GIVENS e RULQUIN, 2004). A amônia do rúmen é recuperada na fração de proteína bruta, juntamente com aminoácidos e peptídeos (BUCHANAN-SMITH e YAO, 1978).

De fato, a amônia no rúmen é um nutriente essencial para a digestão de fibras pelos microrganismos, pois as bactérias fibrolíticas só usam amônia para seu crescimento, ao contrário das bactérias aminolíticas, que usam aminoácidos, embora a extensão de sua utilização varia de acordo com a quantidade de carboidratos solúveis no rúmen (VAN SOEST, 1994).

Alguns estudos relataram a influência do N-amoniacal na silagem de capim sobre desempenho de vacas leiteiras. Van Os et al. (1995) demonstraram uma redução significativa da ingestão de matéria seca e uma tendência de diminuição da produção de leite em vacas alimentadas com silagens contendo 13 vs 6% de N-amoniacal.

Ao contrário da alfafa, o trevo vermelho é uma forrageira que se caracteriza por possuir polifenol-oxidase (PPO), uma enzima presente no cloroplasto celular que catalisa a oxidação de compostos secundários em *quinonas*. Contudo, grande parte desta enzima se encontra na planta em sua forma latente (90%), sendo necessário que a massa de forragem sofra algum tipo de dano (mastigação, corte, murcha, entrada de patógenos) para que ocorra sua ativação, contato com oxigênio atmosférico e posterior formação das *quinonas* (LEE et al., 2013).

Este composto bioativo é caracterizado por reduzir a degradação da proteína durante a ensilagem e no ambiente ruminal e a lipólise de triglicerídeos em ácidos graxos poli-insaturados no rúmen (VANHATALO et al, 2009; LEE et al., 2011; LEE, 2014).

Autores que estudaram a transformação de proteína em NNP durante a ensilagem, observaram que no trevo vermelho a proteólise da massa ensilada era menor que nos demais tipos de forragens (PAPADOPOULOS e MCKERSIE, 1983). Estudos posteriores que buscaram entender os motivos pelo qual a proteólise diminuía com a presença do trevo vermelho associaram-na à presença da enzima PPO e formação das

quinonas que reagem rapidamente com as proteases e substratos de proteína reduzindo a proteólise do material ensilado (JONES et al., 1995; HATFIELD e MUCK, 1999; LEE et al., 2008).

2.9. Balanço energético/proteico

Uma das principais limitações para a alimentação de vacas no sistema orgânico de produção é que as dietas são formuladas para conter pelo menos 60% matéria seca da dieta total em forma de feno ou pré secados durante o inverno, assim ocorrendo uma redução na produção de leite e uma diminuição na eficiência do uso de nutrientes pela vaca. Por exemplo, uma alimentação contendo mais de 60% da matéria seca total da dieta oriunda de forrageiras para vacas em lactação, geralmente aumenta a excreção de nitrogênio (N) e carbono (C), como metano entérico (CH_4), ao meio ambiente (BRITO et al., 2008; GERBER et al., 2013; HRISTOV et al., 2013a).

As leguminosas forrageiras são capazes de realizar fixação biológica de nitrogênio atmosférico, o que, além de reduzir os gastos com a utilização de adubos nitrogenados (HOWIESON et al., 2008) reduzem perdas importantes de nitrogênio (N) por meio de lixiviação e volatilização de adubos químicos aplicados ao solo. Entretanto, as leguminosas geralmente se caracterizam por apresentarem altos teores de proteína rapidamente degradável no rúmen. Sendo assim, quando os ruminantes consomem dietas com altos teores deste tipo de proteína, a quantidade de N livre no rúmen é maior que a capacidade de utilização pelos microrganismos ruminais para a síntese de proteína microbiana.

Esse excesso de N no rúmen pode resultar em perdas de N na ordem de 25-30% na forma de amônia, a qual é convertida em ureia no fígado e eliminada principalmente através do leite e da urina dos animais (VAN SOEST, 1994).

Já o nitrogênio fecal pode ser convertido em óxido nitroso (N_2O), que pode ser emitido como um produto intermediário durante a nitrificação (o processo aeróbico que forma nitrato a partir do nitrogênio amoniacal) e desnitrificação (o processo anaeróbico que forma gás nitrogênio a partir do nitrato) (GROFFMAN et al., 2000; EPA, 2010). Tanto o CH_4 quanto o N_2O são gases causadores do efeito estufa (GEE) com potencial de aquecimento global 25 e 298 vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2), respectivamente (IPCC, 2007).

Especificamente, as produções oriundas da pecuária são uma das maiores fontes de emissões de GEE agrícolas (EPA, 2009), e a produção de leite é responsável por 4% das emissões antrópicas globais de GEE (FAO, 2010).

Pastos e forrageiras armazenadas utilizadas na alimentação das vacas, geralmente têm excesso de N ou proteína bruta ($PB = N \times 6,25$) e deficiência de energia (carboidratos solúveis = açúcares) (BRITO et al., 2008; HAFLA et al., 2016), assim resultando num fornecimento desbalanceado de PB e energia para o animal (NRC, 2001; BRITO et al., 2008; GERBER et al., 2013; HRISTOV et al., 2013a).

Quando a energia é limitada em pastagens e forrageiras armazenadas, mas há um excesso de N na forma de peptídeos e aminoácidos de origem vegetal, a microbiota ruminal utiliza aminoácidos para energia e libera amônia através de processos de desaminação (NRC, 2001). A amônia é absorvida pela parede do rúmen, convertida em uréia no fígado e, finalmente, excretada na urina e no leite enquanto proteína não digerida e ureia que escaparam do rúmen são excretados nas fezes (NRC, 2001).

Ureia urinária, ureia fecal, N-ureico dos alimentos não digeridos e N-endógeno contribuem para o total de N excretado no esterco, mas com proporções diferentes. A absorção e metabolismo de amônia também eleva os níveis de ureia no sangue e no leite (ROSELER et al., 1993; SPEK et al., 2013). Além disso, a redução do fluxo de proteína microbiana do rúmen para o intestino delgado como consequência do baixo suprimento energético é um fator limitante para a produção de leite em vacas que consomem dietas de alta forragem (BRUINENBERG et al., 2002).

Portanto, dietas à base de forragem devem ser formuladas para evitar a degradação excessiva de proteínas no rúmen, aumento de aminoácidos dietéticos e microbianos para o intestino delgado para melhorar a eficiência do uso de nitrogênio. Energia limitada em dietas com bases forrageiras também pode aumentar as emissões de CH_4 entérico devido à alta ingestão de fibra, e consequentemente através da fermentação ruminal, favorecer a produção de acetato em vez da formação de propionato (GERBER et al., 2013; HRISTOV et al., 2013a; KNAPP et al., 2014).

2.10. Produção de metano entérico e ácidos graxos voláteis

Metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e halocarbonos são gases de efeito estufa (GEE) que aumentam os efeitos da radiação solar e térmica na superfície terrestre e temperaturas atmosféricas e são frequentemente expressos em uma

base equivalente a CO₂ (CO_{2e}). Habitualmente, bases diferentes e confusas são usadas para expressar as proporções de emissões de GEE e CH₄ da pecuária e agricultura (LASSEY, 2008). Embora o CH₄ entérico gerado no trato gastrointestinal dos animais seja a maior fonte única de CH₄ antropogênico é uma proporção menor de emissões antropogênicas de GEE (KNAPP et al., 2014).

O ecossistema ruminal é um ambiente anaeróbio, no qual a degradação de material vegetal ocorre em um prazo muito curto comparado com outros ecossistemas anaeróbicos e os produtos de fermentação são diferentes. Algumas das espécies microbianas coevoluíram com ruminantes e mamíferos que fermentam no intestino grosso e não existe em nenhum outro ambiente (por exemplo, protozoários no rúmen). Além disso, os metanógenos de ruminantes e outros herbívoros mamíferos são distintos dos metanógenos em outros ambientes (KONG et al., 2013; POULSEN et al., 2013).

No rúmen, carboidratos simples e complexos são hidrolisados em açúcares de 5 e 6 carbonos pela atividade enzimática microbiana. Os açúcares são fermentados em ácidos graxos voláteis (AGV) através de caminhos e etapas que produzem equivalentes redutores (isto é, hidrogênio metabólico), que pode ser resumido nas seguintes equações (HUNGATE, 1966; CZERKAWSKI, 1986; MOSS et al., 2000).

1. Glicose → 2 piruvato + 4H (metabolismo de carboidratos)
2. Piruvato + H₂O → acetato + CO₂ + 2H
3. Piruvato + 4H → propionato + H₂O
4. 2 acetatos + 4H → butirato + 2H₂O

O hidrogênio metabólico é convertido em H₂ por espécies bacterianas que desencadeiam a hidrogenase e o H₂ é convertido em CH₄ pelas bactérias metanogênicas:

5. CO₂ + 8H → CH₄ + 2H₂O (metanogênese). *Adaptado (Knapp et al., 2014).

H₂ dissolvido inibe as vias de fermentação ruminal através de mecanismos de feedback negativo e, se não forem removidos pelos metanogênicas, reduzirão a degradação geral de carboidratos, a taxa de crescimento microbiano e a síntese de proteínas microbianas (WOLIN, 1974; MCALLISTER e NEWBOLD, 2008).

A bio-hidrogenação dos ácidos graxos fornece um aporte de hidrogênio alternativo para metanogênese. A degradação da proteína da dieta e a assimilação em proteína microbiana podem resultar no consumo líquido ou na produção líquida de hidrogênio (HUNGATE, 1966; CZERKAWSKI, 1986).

Como consequência do complexo H₂ e no metabolismo do rúmen, alterações nas vias que levam à produção de AGV, a bio-hidrogenação, o metabolismo microbiano do N e o crescimento microbiano alterarão a quantidade de CH₄ produzido.

A mitigação nutricional da produção de CH₄ tem 3 abordagens básicas:

1. Seleção de ingredientes para alterar os padrões de produção de AGV;
2. Aumento da taxa de passagem, o que pode alterar populações microbianas e produção de AGV;
3. Fornecer dietas de melhor qualidade para aumentar produção por vaca, o que diluirá o custo do CH₄ associados as exigências de energia de manutenção.

Com base nesses três princípios, as emissões de CH₄ podem ser afetados pelo nível de ingestão de alimentos, tipo de carboidrato, qualidade e espécie das forragens, processamento físico, preservação de forragem e frequência de alimentação (adaptado KNAPP et al., 2014).

De modo geral, o CH₄ entérico é lançado na atmosfera, principalmente (\pm 95%) através do rúmen por eructação ou arrotos, enquanto uma pequena proporção (\pm 5%) é excretada pelo reto, via fezes (HRISTOV et al., 2013a, b).

Portanto, uma alternativa para mitigar a produção de CH₄ entérico, seria aumentar a qualidade da forragem armazenada, com maior aporte de energia (isto é, alta concentração de carboidratos solúveis) e desenvolver misturas de leguminosas perenes com gramíneas selecionadas, consequentemente aumentar a produção de leite e diminuir as emissões de GEE das fazendas leiteiras orgânicas. Vacas leiteiras de alta produção consomem mais ração, produzem mais esterco e emitem maiores quantidades absolutas de GEE da fermentação entérica ou durante o armazenamento de esterco e aplicação ou deposição de vacas leiteiras de baixa produção (HRISTOV et al., 2013a, b). Contudo, convertido por unidade de produto animal (por exemplo, leite corrigido energeticamente), as vacas geralmente emitem menos GEE do que as de baixa produção (HRISTOV et al., 2013a, b).

Referências bibliográficas

ALEIXO, S.S.; DE SOUZA, J.G.; FERRAUDO, A.S. Técnicas de análise multivariada na determinação de grupos homogêneos de produtores de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6 (supl.), p.2175, 2007.

- ALENDE, C.R.M. Estudo dos Sistemas de Produção dos Agricultores Familiares da Fronteira oeste do Rio Grande do Sul. **Dissertação de Mestrado**. UFSM. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba-RS: Agropecuária, 2002.
- BAZOTTI, A.; NAZARENO, L.R.; SUGAMOSTO, M. Caracterização socioeconômica e técnica da atividade leiteira do Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. v.123, n.1, p.213-234, 2012.
- BEEDE, DAVID K. Large Dairy Herd Management. In: DALEY, C.A.; HEINS, B.J.; SODER, K.J et al. Organic dairy production systems. 3.ed. American Dairy Science Association, Champaign, IL. p.115-126. 2017.
- BODENMÜLLER FILHO, A.; DAMASCENO, J.C.; PREVIDELLI, I.T.S. et al. Tipologia de sistemas de produção baseada nas características do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1832-1839, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/2015 a 2024/2025**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2015.
- BRITO, A. F.; SILVA, L. H. P. Symposium review: Comparisons of feed and milk nitrogen efficiency and carbon emissions in organic versus conventional dairy production systems. **Journal Dairy Science**.2019
- BRITO, A. F.; TREMBLAY G. F.; BERTRAND A. et al. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage improves milk yield of late-lactation dairy cows. **Journal Dairy Science**. 91:3968-3982. 2008.
- BRITO, J.R.F. et al. Adoção de boas práticas agropecuárias em propriedades leiteiras da Região Sudeste do Brasil como um passo para a produção de leite seguro. **Acta Scientia e Veterinariae**, v. 32, n. 2, p. 125-131, 2004.
- BRUINENBERG, M. H.; R. L. G. ZOM; H. VALK. Energy evaluation of fresh grass in the diets of lactating dairy cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**. 50:67-81. 2002.
- BUCHANAN-SMITH, J.G; YAO, Y.T. Non-protein nitrogen in corn silage: a partial characterization, its utilization in the rumen and effect upon digestibility and retention of nitrogen in lambs. **Canadian Journal of Animal Science**. 58:681-690. 1978.
- CARVALHO, M.P.; GALAN, V.B.; VENTURINI, C.E.P. **Cenários para pecuária de leite no Brasil**. In: VILELA, V.; FERREIRA, R. de P.; FERNANDES, E. N.; JUNTOLLI, F.V. A pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

CARVALHO, S.A.; TOURRAND, J.F.; CHAPUIS, R.P. Atividade leiteira: um desafio para a consolidação da Agricultura Familiar na Transamazônica – Pará. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 29, n.1, p.269-290, 2012.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural em las Américas: uma mirada hacia América Latina y el Caribe** – Resumen Ejecutivo, 2014.

CZERKAWSKI, J. W. **An Introduction to Rumen Studies**. Pergamon Press, Oxford, UK. 1986

DAMASCENO, J.C.; BOUNDERMÜLLER FILHO, A.; RAMOS, C.E.C.O. et al. O Papel do homem na gestão e controle de qualidade da produção de leite. In: SANTOS, G.T., UHLIG, L., BRANCO, A.F. et al. (Ed.) **Inovação tecnológica na cadeia produtiva do leite e a sustentabilidade da pecuária leiteira**. Maringá: Eduem, 2008.

De LEEUW, J. Statistical properties of multiple correspondence analysis. In: NEW MULTIVARIATE METHODS IN STATISTICS: THE 1984 JOINT SUMMER RESEARCH CONFERENCE SERIES IN THE MATHEMATICAL SCIENCES, 1984, Brunswick. **Proceedings...** Brunswick: Bowdoin College, 19p, 1984.

DEDIEU, B. et al. Organisation du pâturage et situations contraignantes en travail: démarche d'étude et exemples en élevage bovin viande. **Fourrages**, v.149, p.21-36. 1997.

DERAL - Departamento de Economia Rural. LEITE - **Análise da Conjuntura Agropecuária Ano 2016/17**. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/leite_2016_17.pdf> Acesso em: 20/09/2018.

EPA (Environmental Protection Agency). Inventory of US greenhouse gas emissions and sinks: 1990–2007. EPA, Washington, DC. 2009.

EPA (Environmental Protection Agency). Methane and Nitrous Oxide Emissions from Natural Sources. Publication 430-R-10-001. EPA, Washington, DC. 2010.

FAEP - Federação da Agricultura do Estado do Paraná – **Leite no Paraná: Aspectos econômicos da produção e dados estatísticos**. Boletim Informativo nº 997, semana de 24 a 30 de março de 2008. <http://www.faepr.com.br/boletim/bi997/encarte/encbi997p_ag02.htm> Acesso em: 03/01/2018.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Greenhouse gas emissions from the dairy sector: A life cycle assessment. Food Agric. Org. United Nations, Anim. Prod. Health Div. Accessed Apr. 02, 2019. <http://www.fao.org/agriculture/lead/themes0/climate/emissions/en/>. 2010.

- FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. Análise Fatorial. In: (Org). **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro-RJ; Elsevier, p. 235-269, 2009.
- FODDY, W. H. Constructing questions for interviews and questionnaires: Theory and practice in social research. **Cambridge: Cambridge University Press**, 2003. 228p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO [2018]. **Dairy Market** Review. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/I9210EN/i9210en.pdf>>. Acesso em: 20/09/2018.
- GERBER, P. J.; HRISTOV, A. N.; HENDERSON, B. et al. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. **Animal** 7:220-234. 2013.
- GIVENS D.I.; RULQUIN H. Utilisation by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. **Animal Feed Science and Technology**. 114:1-18. 2004.
- GODINHO, R.F.; CARVALHO, R.C.R. Gestão de sistemas de produção de leite. **Ciência et Praxis**. v.2, n.3, 2009.
- GROFFMAN, P. M.; GOLD, A. J.; ADDY, K. Nitrous oxide production in riparian zones and its importance to national emission inventories. **Chemosphere - Global Change Science**. 2:291-299. 2000.
- HAFLA, A. N.; SODER, K. J.; BRITO, A. F. et al. Case Study: Feeding strategy and pasture quality relative to nutrient requirements of dairy cows in the northeastern United States. **The Professional Animal Scientist - Journal**. (in press). 2016.
- HAIR Jr, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5. Ed. Porto Alegre, 2005.
- HANNAWAY, D. B. Red Clover (*Trifolium pretense* L.) Oregon State University. Species Selection Information System. 2004.
- HATFIELD, R. D.; R. E. MUCK. Characterizing proteolytic inhibition in red clover silage. in Proc. XIIth Int. Silage Conf. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 149–150, 1999.
- HOSTIOU, N.; VEIGA, J. B.; TOURRAND, J. F. Dinâmica e evolução de sistemas familiares de produção leiteira em Uruará, frente de colonização da Amazônia brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v44, n.2, p. 295 – 311, 2006.
- HOWIESON, J. G. et al. Prospects for the future use of legumes. In: Dilworth, M. J. et al. Nitrogen-fixing Leguminosae Symbioses, p. 363-393, 2008.
- HRISTOV, A. N.; OH, J.; FIRKINS, J. L. et al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. **Journal Animal Science**. 91:5045-5069. 2013.

- HRISTOV, A. N.; OTT, T.; TRICARICO, J. et al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options. **Journal Animal Science**. 91:5095-5113. 2013.
- HUNGATE, R. E. **The Rumen and its Microbes**. Academic Press, New York, NY. 1966.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Senso Agropecuário - 2017**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/>>. Acesso em: 20/09/2018.
- IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006. 146 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf>>. Acesso em: 20/09/2018.
- IBGE. **Censo agropecuário de 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/>. Acesso em: 20/09/2018.
- IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal e censo agropecuário**. Rio de Janeiro: Sidra, 2016. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=94&z=p&o=29>>. Acesso em: 20/09/2018.
- INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT – IFAD. **Smallholders, food security, and the environment**, 2013. Disponível em:<<http://ifad.org/climate/resources/smallholders.report.pdf>>. Acesso em: 20/09/2018.
- INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, EMATER. **Projeto bovinocultura de leite 2014**. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=68>>. Acesso em: 20/09/2018.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Chapter 2, Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Accessed Jan. 28, 2019. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2.html. 2007.
- JONES, B. A.; MUCK, R. E.; HATFIELD, R. D. Red clover extracts inhibit legume proteolysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 67:329-333. 1995.
- KNAPP, J. R.; LAUR, G. L.; VADAS, P. A. et al. Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. **Journal Dairy Science**. 97 :3231–3261, 2014

- KONG, Y.; XIA, Y.; SEVIOUR, R. et al. Biodiversity and composition of methanogenic populations in the rumen of cows fed alfalfa hay or triticale straw. **FEMS Microbiol. Ecol.** 84:302–315. 2013.
- KUBRUSLY, L.S. **Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados.** Pesquisa Operacional, v.21, n.1, p.107-117, 2001.
- LANDAIS, E. Modelling farm diversity, new approaches to typology building in France. **Agricultural Systems**, v.58, n.4, p.505-527, 1998.
- LANGE, M.; NICO E.; SIERRA, C. A. et al. Plant diversity increases soil microbialactivity and soil carbon storage. **Nature Communications.** 6:6707. 2015
- LANGE, M.J.; ZAMBOM, M.A.; RAMOS, C.E.C.O. et al., Typology of dairy production systems based on the characteristics of management in the Region of West Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, 2016.
- LEBART, L.; MORINEAU, A.; PIRON, M. **Statistique exploratoire multidimensionnelle.** 3.ed. Paris: Dunod, 2004.
- LEE, M. R. F. et al. The effect of polyphenol oxidase on lipolysis and proteolysis of red clover silage with and without a silage inoculant (*Lactobacillus plantarum* L54). **Animal Feed Science and Technology**, p. 125–136, 2008.
- LEE, M. R. F.; CABIDDU A.; HOU F.; NIDERKORN, V. et al. In vitro rumen simulated (RUSITEC) metabolism of freshly cut or wilted grasses with contrasting polyphenol oxidase activities. **Grass Forage Science.** 66:196–205. 2011.
- LEE, M. R. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. **Frontiers in Plant Science.** 5. Article 694. 2014.
- LEE, M.R.F., TWEED, J.K.S., SULLIVAN, M.L. Oxidation of ortho-diphenols in red clover with and without polyphenol oxidase (PPO) activity and their role in PPO activation and inactivation. **Grass Forage Science.** 68, 83–92. 2013.
- LOPES JÚNIOR, J.F.; RAMOS, C.E.C.O.; SANTOS, G.T. et al. Análise das práticas de produtores em sistemas de produção leiteiros e seus resultados na produção e qualidade do leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1199-1208, 2012.
- MARI, L. - Produzir pré-secados não é tão simples quanto se parece: uso de inoculante especificamente desenvolvido para pré-secados. <https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/produzir-presecados-nao-e-tao-simples-quanto-se-parece-uso-de-inoculante-especificamente-desenvolvido-para-presecados-105252n.aspx>. 2017.
- MARTINELLI, D.P.; VENTURA, C.A.A. **Visão Sistêmica e Administração: Conceitos, Metodologias e Aplicações.** São Paulo: Saraiva, 2006.

- MARTINS, P.R.G.; FISCHER V.; RIBEIRO, M.E.R. et al. Produção e qualidade do leite em sistemas de produção da região leiteira de Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.212-217, jan-fev, 2007.
- MARVIN HALL, <https://extension.psu.edu/red-clover>, Red Clover, College of Agricultural Sciences. 1993.
- MAYNARD, H.; NAULT, J. **Big farms, small farms: strategies in sustainable agriculture to fit all sizes**. Canada, p. 1-44, 2005. Disponível em: <http://www.aic.ca/pdf/AIC_2005_EGN.pdf>. Acesso em: 20/09/2018.
- MCALLISTER, T. A.; NEWBOLD, C. J. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 48:7–13. 2008.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The Biochemistry of Silage*. Marlow: Chalcombe Publications. 1991.
- MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**. v.9, n.3, p.239-262, 1993.
- MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 297p.
- MONTEIRO, A. L. G. Silagem Pré-secada. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 7 (1999) Piracicaba). Anais: Alimentação Suplementar / Editado por Aristeu Mendes Peixoto... [et al.] – Piracicaba: FEALQ. 1999.
- MOSS, A. R., J. P. JOUANY; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. **Ann. Zootech**. 49:231–253. 2000.
- MUCK, R. E. 1987. Dry matter level effects on alfalfa silage quality I. Nitrogen transformations. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.** 30:7-14. 1987.
- NAVARRO, Z.; PEDROSO, M.T.M. **Agricultura familiar: é preciso mudar para avançar**. Embrapa Informação Tecnológica - Brasília, DF – 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53235/1/Texto-42-24-01-12.pdf>>. Acesso em: 20/09/2018.
- NEUMANN, M.E.; ZAMBOM, M.A.; LANGE, M.J. et al., Typology of dairy production systems from West Parana State based on production indices and feed used. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.3, 2016.
- NEY, M.G.; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimento no meio rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.47, n.1, 2009.
- NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 2001.

- O'HARA, J. K.; R. L. PARSONS. The economic value of organic dairy farms in Vermont and Minnesota. *J Dairy Sci.* 96:6117-6126. 2013.
- OAIGEN, R.P.; BARCELLOS, J.O.J.; CANOZZI, M.E.A. et al. Competitividade inter-regional de sistemas de produção de bovinocultura de corte. **Ciência Rural.** v.43, n.8, 2013.
- OLIVEIRA, A.S.; CUNHA, D.N.F.V.; CAMPOS, J.M.S. et al. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.2, p.507-516, 2007.
- PAPADOPOULOS, Y. A.; MCELROY, M. S.; FILMORE S. A. E. et al. Sward complexity and grass species composition affects the performance of grass-white clover pasture mixtures. **Canadian Journal of Plant Science.** 92, 1199-1205. 2012.
- PAPADOPOULOS, Y. A.; MCKERSIE, D. A comparison of protein degradation during wilting and ensiling of six forage species. **Canadian Journal of Plant Science**, p. 903–912, 1983.
- PELLETIER, S.; TREMBLAY, G. F., BÉLANGER, G. et al. Forage nonstructural carbohydrates and nutritive value as affected by time of cutting and species. **Agronomy Journal.** 102:1388-1398. 2010.
- PEREIRA, A. B. D.; BRITO, A. F.; TOWNSON, L. L. et al. Assessing the research and education needs of the organic dairy industry in the northeastern United States. **Journal Dairy Science.** 96:7340-7348. 2013.
- PEREIRA, J.R.A; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. Anais. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.64-86
- PEREIRA, R. G. A. et al. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar.** Embrapa Rondônia, 2008. 13 p.
- PERROT, C. Typologie d'exploitations construite par agrégation autour de pôles définis à dire d'experts. Proposition méthodologique et premiers résultats obtenus em aute Marne. INRA **Production Animale**, 1990.
- POULSEN, M.; SCHWAB, C.; JENSEN, B. B.; et al. 2013. Methylophilic methanogenic Thermoplasmata implicated in reduced methane emissions from bovine rumen. **Nature Comm.** 4:1428. 2013
- RESENDE, J. C. Determinantes da lucratividade em fazendas leiteiras de minas gerais. 145f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). UFLA. Lavras-MG, 2010.
- RESENDE, J. C.; STOCK, L. A. **Crescimento e mudanças geográficas da produção de leite no Brasil entre 2002 e 2012.** Boletim CBLeite, nº 20. Embrapa Gado de Leite. Juiz de Fora: 2014.

- REVISTA BALDE BRANCO. **Desde 2001, nunca se importou tanto.** São Paulo, Edição 580, Ano 49, p. 06, fev., 2013.
- RODRIGUEZ, N.M. et al. Silagens de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. III – Quebra de compostos nitrogenados. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia.** p.161-165, 1998.
- ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J. et al.. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non protein nitrogen in Holstein cows. **Journal Dairy Science.** 76:525-534. 1993.
- SMITH, R.R.; MOREIRA, V.M.; LATRILLE, L.L. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X región de Chile mediante análisis multivariable. **Agricultura Técnica.** v.62, n.3, p.375-395, 2002.
- SPEK, J. W.; BANNINK, A.; GORT G. et al. Interaction between dietary concentration of protein and sodium chloride on milk urea concentration, urinary urea excretion, renal recycling of urea, and urea transfer to the gastro intestinal tract in dairy cows. **Journal Dairy Science.** 96:5734-5745. 2013.
- STUMPF, W.J.; BITTENCOURT, D.; GOMES, J.F. et al. Sistema de produção. In: STUMPF, W.J.; BITTENCOURT, D.; GOMES, J.F. et al. (Eds.) **Sistemas de pecuária de leite: uma visão na região de clima temperado.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. 195p.
- TREVISAN, N.B. Simulações econômicas de cenários tecnológicos para a produção de bovinos destinados à Aliança Mercadológica no Rio Grande do Sul. In: **Encontro de Economia Gaúcha,** 3, 2006, PUC-RS. Disponível em <<http://www.fee.tche.br/3eeg/Artigos/m13t01.pdf>> Acesso em: 20/09/2018.
- USDA NASS (USDA National Agricultural Statistics Service). Certified Organic Survey 2015 summary. Disponível em <<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/zg64tk92g/pr76f6075/4f16c5988/OrganicProduction-09-15-2016.pdf>>. Acesso em: 10/06/2019.
- USDA NASS (USDA National Agricultural Statistics Service). Certified Organic Survey 2016 summary. Disponível em <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/zg64tk92g/70795b52w/4m90dz33q/OrganicProduction-09-20-2017_correction.pdf>. Acesso em: 29/05/2019.
- VAN OS, M.; DULPHY, J.P.; BAUMONT, R. et al. The influence of ammonia and amines on grass silage intake and intake behavior in dairy cows. **Annales De Zootechnie** 44:73-85. 1995.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell University Press; 1994. p.463.

- VANHATALO, A.; KUOPPALA, K.; AHVENJÄRVI, S. et al. Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 1. Nitrogen metabolism and supply of amino acids. **Journal Dairy Science**. 92:5620-5633. 2009.
- VERGER, D. La qualité des lés enquêtes auprès des ménages. In : Échantillonnage et méthodes d'enquêtes. Ed. : ARDILLY, P. Paris. Dunod, 375p, 2004.
- VIANA, G.; RINALDI, R.N. Principais fatores que influenciam o desempenho da cadeia produtiva de leite – um estudo com os produtores de leite do município de Laranjeiras do Sul-PR. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, vol.12, n.2, p.263-274, 2010.
- VILELA, D. Para onde caminha o leite. **Revista Balde Branco**, n. 603, p. 41-43, jan. 2015.
- WESTGATE, J. M. Alfalfa . Washington: U. S. Department of Agriculture. p. 5. 1908.
- WOLIN, M. J. Metabolic interactions among intestinal microorganisms. **The American Journal of Clinical Nutrition** 27:1320–1328. 1974.
- YAMAGUCHI, L. C. T.; MARTINS, P. C.; ZOCCAL, R. Dinâmica da produção de leite no Brasil no período de 1990 a 2004. **Qualidade e eficiência na produção de leite**. 1. ed. Juiz de Fora - MG: Embrapa Gado de Leite,2006. v.1, p.219-230.
- ZOCCAL, R.; CARNEIROS, A. V.; JUNQUEIRA, R., et al. **Zoneamento da produção de leite no Brasil**. In: Simpósio Do Núcleo De Estudos Em Bovinocultura, 5, 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRRJ, 2008.

3. TIPOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO LEITEIROS

Resumo: Objetivou-se com o presente estudo tipificar os sistemas de produção de leite, com a utilização de análise fatorial, identificando os fatores que caracterizam os diferentes sistemas de produção, com base na similaridade das variáveis estudadas. O presente estudo foi realizado nas regiões Oeste e Centro Oriental do Estado do Paraná. A coleta de dados foi realizada em 353 sistemas de produção de leite (SPL), utilizando-se um questionário guia. A variância acumulada definida pelos dois fatores (F1 e F2) gerados na análise fatorial explicam 76,76% da variação entre os produtores rurais entrevistados. Para F1 as variáveis que tiveram maior carga fatorial foram: área total (ha), área destinada a produção leiteira, mão de obra, número de vacas em lactação e produtividade por dia (Litros). Já para F2 as variáveis que tiveram maior carga fatorial foram: fertirrigação, onde é produzido o dejetos da fertirrigação e dejetos é de lagoa ou biodigestor. Após a formação dos fatores, os grupos de produtores definidos na análise de cluster foram plotados em gráfico, onde permitiu-se reduzir o universo inicial de 353 sistemas de produção para cinco grupos homogêneos de sistemas. Fica evidente a heterogeneidade entre os grupos formados e as regiões estudadas. A análise fatorial mostrou-se uma ótima ferramenta para estudo de sistemas de produção de leiteiros, identificando os principais fatores que caracterizam os diferentes sistemas de produção, com base na similaridade das variáveis estudadas.

Palavras-chave: análise multivariada, produção leiteira, propriedades

TYPOLOGY AND CHARACTERIZATION OF MILK PRODUCTION SYSTEMS

Abstract: The objective of this study was to typify milk production systems, using factorial analysis, identifying the factors that characterize the different production systems, based on the similarity of the studied variables. The present study was carried out in the Western and Eastern Central regions of the State of Paraná. Data collection was performed in 353 milk production systems (SPL), using a guide questionnaire. The accumulated variance defined by the two factors (F1 and F2) generated in the factor analysis explains 76.76% of the variation among the farmers interviewed. For F1, the variables that had the greatest factorial load were: total area (ha), area destined to milk production, labor force, number of lactating cows and productivity per day (liters). For F2, the variables that had the greatest factorial load were: fertirrigation, where the fertirrigation waste is produced and the waste is from the lagoon or biodigester. After the formation of the factors, the groups of producers defined in the cluster analysis were plotted, where it was possible to reduce the initial universe of 353 production systems to five homogeneous groups of systems. The heterogeneity between the groups formed and the regions studied is evident. Factor analysis proved to be a great tool for studying dairy production systems, identifying the main factors that characterize the different production systems, based on the similarity of the variables studied.

Keywords: milk production, multivariate analysis, properties

3.1. Introdução

A cadeia produtiva do leite é considerada como uma das mais importantes, dentre os principais segmentos da agropecuária, tanto do ponto de vista econômico, já que sua representação vem crescendo constantemente perante as atividades do agronegócio, como do ponto de vista social, pois é uma atividade de extrema importância na geração de emprego e renda, principalmente ao produtor rural, impedindo, em muitos casos, uma intensificação do êxodo rural (VIANA e RINALDI, 2010).

A produção de leite no Brasil passou de 8 bilhões de litros/ano em 1970 para aproximadamente 35 bilhões de litros/ano em 2018, atingindo o quinto lugar no ranking de produção leiteira mundial (GODINHO e CARVALHO, 2009; IBGE, 2018). Dentro desse cenário, a produção de leite brasileira constitui uma das principais atividades agropecuárias com importância social e econômica, sendo um dos maiores setores de geração de renda nacional e arrecadação tributária (IBGE, 2016).

Dentre os principais estados produtores de leite, o Paraná tem se destacado, pois ocupa atualmente a segunda posição no ranking nacional de produção com 4,7 bilhões de litros/ano, onde 37% dessa produção é oriunda das regiões Oeste e Centro Oriental do estado, sendo, respectivamente, a região de maior produção total e a região com maior produção per capita (litro/vaca/ano) (IBGE, 2017).

Contudo, a atividade leiteira desenvolvida no Paraná e em todo o território nacional tem como característica a heterogeneidade dos sistemas de produção. Segundo Lange et al. (2016) uma propriedade leiteira ou unidade de produção pode ser chamada de “Sistema de Produção”, porém, há uma grande diversidade sobre a definição do sistema de produção para cada unidade produtiva, oriunda das associações e combinações de vários fatores ligados diretamente e indiretamente à produção. Nesse contexto, a atividade leiteira permite uma coexistência de diversos modelos de sistemas de produção simultaneamente, numa mesma região ou localidade, assegurando a diversidade (NEUMANN et al., 2016).

Para tanto, há a necessidade de se utilizar ferramentas que auxiliem no entendimento desses sistemas. Bodenmuller Filho et al. (2010) afirmam que a caracterização e o agrupamento dos sistemas de produção são possíveis por meio de estudos de tipologias de sistemas de produção leiteira. Para isso, a análise estatística multivariada é aplicada em múltiplas medidas de cada indivíduo ou objeto em

investigação, sendo utilizadas atualmente em todas as áreas do conhecimento (DEDIEU, 1997; DAMASCENO et al., 2008).

Sobretudo, a análise fatorial, combinada à análise de agrupamento (cluster), têm grande potencial para a elucidação de dados a serem investigados com a finalidade de produzir um diagnóstico do cenário atual dos sistemas de produção leiteira e determinar as diferenças que afetam o desempenho produtivo desse setor (ALEIXO et al., 2007).

A tipificação de sistemas de produção visa à identificação de limitantes do setor lácteo e para a implementação de projetos e programas que visem o desenvolvimento do mesmo (RESENDE e STOCK, 2014). Assim é possível entender minuciosamente o desempenho de cada sistema e adequar os manejos e tecnologias para o aperfeiçoamento dos processos produtivos com o aumento da produção por unidade animal e por de área (SILVA et al. 2010).

Portanto, objetivou-se com o presente estudo tipificar os sistemas de produção de leite, com a utilização de análise fatorial, identificando os fatores que caracterizam os diferentes sistemas de produção, com base na similaridade das variáveis estudadas.

3.2. Material e Métodos

O presente estudo foi realizado nas regiões Oeste e Centro Oriental do Estado do Paraná. O Oeste do Terceiro Planalto Paranaense, microrregião de Toledo-PR está localizado em 24° 42' latitude Sul e 53° 44' longitude Oeste. O clima é predominantemente do tipo Temperado Úmido e solo predominante latossolo e nitossolo. Essa região abrange os municípios de Toledo, Quatro Pontes, Marechal Cândido Rondon, Mercedes. A região Centro Oriental, microrregião de Ponta Grossa-PR, está localizada no Segundo Planalto Paranaense (Planalto de Ponta Grossa) 25°05' latitude Sul e 50°09' longitude Oeste apresenta como característica solos pouco desenvolvidos oriundos das formações geológicas de origem sedimentar, onde o clima predominante é o Subtropical Úmido Mesotérmico. Esta região abrange os municípios de Palmeira, Ponta Grossa, Carambeí e Castro.

A coleta de dados foi realizada em 353 sistemas de produção de leite (SPL) utilizando-se um questionário guia estruturado (em que as respostas são as opções), que continha informações socio-econômicas, ambientais, manejo nutricional, reprodutivo, sanitário, manejo de ordenha e índices zootécnicos, totalizando 162 perguntas com respostas quantitativas (variáveis numéricas) e qualitativas (variáveis categorizadas). Os

dados acerca dos sistemas de produção foram obtidos mediante entrevista com cada um dos produtores, ou com os responsáveis pela decisão sobre a atividade do leite. Essas entrevistas obedeceram à metodologia utilizada por Solano et al. (2000) e Damasceno et al. (2005). Os 353 produtores entrevistados foram escolhidos por indicação de agentes que prestam assistência técnica as propriedades (ATER) das regiões estudadas, tendo como único requisito: possuir atividade leiteira na propriedade.

Os dados coletados foram devidamente tabulados no Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond WA) e avaliados estatisticamente com uso do software IBM SPSS Statistics version 18.0 (New York, USA), para realização de análises de estatística descritiva e multivariada.

Para a análise estatística dos dados coletados optou-se pela Análise Fatorial Exploratória (AFE), sendo definido como método de extração a Análise do Componente Principal (ACP) com rotação do tipo Varimax, normalização de Kaiser Meyer Olkin (KMO) e Teste de esfericidade de Bartlett (LEBART et al., 2000; SMITH et al., 2002; BARROSO e ARTES, 2003). Foram suprimidas as variáveis que possuíram baixa e média carga fatorial (FÁVERO et al., 2009). Para determinação do número de fatores foi utilizado o critério de Kaiser, segundo o qual escolhe-se em função do número de autovalores acima de 1,0, como proposto por Fávero et al. (2009) e Hair et al. (2005).

A análise fatorial indica as seguintes premissas:

1. Os fatores comuns (F_k) são independentes e igualmente distribuídos, com média 0 e variância 1 ($k = 1, \dots, m$);
2. Os fatores específicos (ε_i) são independentes e igualmente distribuídos, com média 0 e variância 1 ($i = 1, \dots, p$);
3. F_k e ε_i são independentes.

O modelo fatorial passa ser escrito, genericamente, da seguinte forma:

$$X_i = \alpha_{i1}F_1 + \alpha_{i2}F_2 + \dots + \alpha_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (i = 1, \dots, p)$$

X_i = variáveis padronizadas;

α_i = carga fatorial;

F_m = fatores comuns

ε_i = fatores específicos

Os fatores podem ser estimados por combinações lineares das variáveis, da seguinte forma:

$$F_1 = d_{11}X_1 + d_{12}X_2 + \dots + d_{1m}X_i$$

$$F_2 = d_{21}X_1 + d_{22}X_2 + \dots + d_{2m}X_i$$

$$F_m = d_{m1}X_1 + d_{m2}X_2 + \dots + d_{mi}X_i$$

F_m = fatores comuns

d_{mi} = coeficientes dos escores fatoriais, que resultam da multiplicação dos coeficientes d_{mi} pelo valor das variáveis originais.

X_i = variáveis originais

Por fim, realizou a análise de cluster hierárquico, o qual resultou na formação de grupos distintos entre si, mas com grande semelhança interna entre os casos que formam cada um dos grupos.

3.3. Resultados e Discussão

Foi possível determinar o perfil geral dos sistemas de produção de leite (SPL), através da seleção de variáveis socioeconômicas (Tabela 1).

Do total de 353 SPL observou-se que a idade média dos responsáveis pela atividade leiteira era de 47 anos, variando de 20 a 82 anos. Constatou-se que 67% dos SPL atuam a mais de 20 anos na produção leiteira, caracterizando um perfil de produtores com experiência na atividade. Esta informação assemelha-se com estudos anteriores (IPARDES, 2009; PARRÉ et al., 2011; BRITO et al., 2015), os quais destacam a heterogeneidade de produtores no Paraná, com experiência na área e consequente acúmulo de conhecimento, que pode favorecer a adoção de práticas de gestão financeira.

Por outro lado, essas informações que indicam experiência na atividade e possível acúmulo de conhecimento empírico (conhecimento prático adquirido com o passar do tempo na atividade), podem indicar maior dificuldade de absorção de mudanças tecnológicas (ex.: utilização de alguma técnica de manejo ou até mesmo um produto lançamento de mercado), mercadológicas (ex.: forma de bonificação e remuneração do produto) e institucionais (ex.: cooperativas), podendo deixar a atividade leiteira mais suscetível, como por exemplo: as oscilações sazonais de mercado que ocorrem principalmente devido as diferenças de oferta e demanda do produto no mercado nacional e internacional.

Em se tratando da escolaridade dos produtores, pode-se observar que 75% dos entrevistados (265 SPL) apresentam, pelo menos, o ensino fundamental completo.

Desses, 40% (106 SPL) têm ao menos a formação do ensino médio. Dados esses que se diferenciam de Parré et al. (2011) que estudaram perfil socioeconômico de produtores de leite no Sudoeste paranaense no ano de 2010, onde observaram que 50% tinham ao menos formação no ensino fundamental e que apenas 24% apresentavam formação do ensino médio.

Tabela 1. Perfil do produtor e dos Sistemas de Produção de Leite (N = 353 SPL)

| Variável | Descrição | % | Mín. | Máx. | Méd. | Desvio Padrão |
|--|-------------------------|----|------|-------|------|---------------|
| Idade do responsável pela atividade ¹ | 20 a 40 | 31 | | | | |
| | 41 a 60 | 57 | 20 | 82 | 47 | 11,99 |
| | >61 | 12 | | | | |
| Tempo na atividade Leiteira ¹ | Até 20 | 33 | | | | |
| | 21 a 40 | 43 | 1 | 79 | 30 | 15,84 |
| | >41 | 24 | | | | |
| Escolaridade do produtor | Sem Instrução | 2 | | | | |
| | Ensino Fund. incompleto | 23 | | | | |
| | Ensino Fund. completo | 28 | | | | |
| | Ensino Médio incompleto | 7 | | | | |
| | Ensino Médio completo | 27 | - | - | - | 1,87 |
| | Formação Técnica | 2 | | | | |
| | Superior incompleto | 2 | | | | |
| | Superior completo | 7 | | | | |
| | Pós-graduação | 2 | | | | |
| Área Total ² | Até 18 | 56 | | | | |
| | de 19 a 72 | 37 | 1,5 | 750 | 29,5 | 51,6 |
| | >72 | 7 | | | | |
| Volume de leite produzido ³ | Até 500 | 62 | | | | |
| | de 501 a 2000 | 27 | 14 | 24000 | 913 | 2041,52 |
| | >2001 | 11 | | | | |
| Número de vacas em lactação | Até 50 | 83 | | | | |
| | de 51 a 100 | 11 | 1 | 600 | 37 | 55,47 |
| | >100 | 6 | | | | |

1: Anos; 2: hectares; 3: Litros/dia;

Tendo em vista essa diferença de escolaridade com o estudo anterior pode-se verificar que o perfil do produtor de leite está mudando com o passar dos anos, possibilitando que produtores com maiores instruções possam tomar maiores cuidados no manejo diário da atividade leiteira, principalmente quando se trata de manejo sanitário, que pode agregar no preço pago pelo litro de leite ao produtor. Borsanelli et al. (2014) salientam que produtores de leite com escolaridade superior tendem a adotar práticas sanitárias desejáveis, como por exemplo, descartar o leite de vacas tratadas com antibióticos. Nesse contexto, práticas de ordenhar normalmente animais tratados com

carrapaticidas, ausência de descarte do leite de vacas em tratamento com antibiótico e não usar EPIs sintetizam a ausência ou pouca percepção do correto manejo sanitário que deve ser adotado na produção leiteira.

O perfil produtivo dos SPL apresentam grande amplitude, o tamanho das propriedades variam de 1,5 a 750 hectares, com média de 29,5 hectares/SPL, caracterizando-os como produtores de pequena propriedade com áreas de 1 a 4 módulos fiscais (1 módulo fiscal da Região Extremo Oeste- PR é composto por 18 hectares e na região Centro Oriental-PR varia de 12 a 16 hectares). O número total de vacas em lactação apresentou variação de 1 a 600 vacas, tendo em média 37 animais em lactação por SPL. A produção diária de leite apresentou uma média de 913 L/dia variando de 14 a 24.000 L/dia por SPL.

Pode-se observar que 53% da produção diária está concentrada em apenas 10% das propriedades, as quais produzem acima de 2001 L/dia, em contra partida, 15% da produção está concentrada em 62% das propriedades, as quais são pequenas propriedades, basicamente oriundas da agricultura familiar que produzem até 500 L/dia.

Um estudo realizado pelo Sebrae (2016), no estado de São Paulo, identificou que 80% das propriedades estudadas produziam menos de 500 L/dia. O que corrobora com o cenário nacional de produção leiteira, onde 82% da produção nacional de leite está concentrada em apenas 15% dos produtores (VILELA et al., 2017) evidenciando a intensificação da produção, onde a competitividade e as exigências do mercado obrigam o produtor a se adaptar para seguir na atividade.

Por meio da análise de matriz de correlação (Tabela 2) pode-se observar que há altas correlações entre as variáveis utilizadas para formação dos fatores. Assim sendo, o requisito inicial de existência de considerável número de correlações com valores superiores a 0,30 foi atendido, dando a possibilidade de utilização consistente da Análise Fatorial (HAIR et al., 2005).

Como forma de examinar a matriz de correlação e verificar sua real adequação a Análise Fatorial utilizou-se o teste de esfericidade de Bartlett, o qual indicou correlações significativas entre as variáveis originais. Também utilizou-se a estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), o qual compara as correlações simples com as parciais. O teste de KMO resultou no valor de 0,74, indicando boa qualidade dos dados para Análise Fatorial (FÁVERO et al., 2009).

Tabela 2. Matriz de correlação com significância entre as variáveis

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---------|----------|----------|---------|----------|--------|---------|---|
| A | 1 | | | | | | | |
| B | 0,790** | 1 | | | | | | |
| C | 0,259** | 0,388** | 1 | | | | | |
| D | -0,023 | -0,049 | -0,109 | 1 | | | | |
| E | -0,119 | -0,175** | -0,228** | 0,828** | 1 | | | |
| F | -0,051 | -0,094 | -0,113 | 0,872** | 0,831** | 1 | | |
| G | 0,536** | 0,802** | 0,416** | -0,090 | -0,226** | -0,116 | 1 | |
| H | 0,493** | 0,769** | 0,394** | -0,077 | -0,210** | -0,101 | 0,986** | 1 |

**Correlação com nível de significância a 1%; A: Área Total (há); B: Área destinada a produção leiteira; C: Mão-de-obra; D: Fertirrigação; E: Onde é produzido o dejetos da fertirrigação; F: Dejetos de lagoa ou biodigestor; G: Número de vacas em lactação; H: Produtividade por dia (Litros).

Os valores próprios (eigenvalues ou autovalores) para cada fator, bem como seus respectivos percentuais de variância explicada, são apresentados na Tabela 3. Com base na regra de retenção de fatores com valores superiores a 1 (critério gráfico de Scree) (HAIR et al., 2005) foram retidos dois fatores que conseguem explicar 76,76% da variância acumulada, satisfazendo o critério mínimo estabelecido para a análise de componentes principais (BARROSO e ARTES, 2003).

Tabela 3. Variância total explicada

| Fator | Autovalores iniciais | | |
|-------|----------------------|---------------|----------------------|
| | Total | Variância (%) | Percentual Acumulado |
| 1 | 3,65 | 45,63 | 45,63 |
| 2 | 2,49 | 31,13 | 76,76 |

A variância acumulada definida pelos dois fatores gerados na análise, indica que entre os 353 produtores rurais entrevistados, esses dois fatores explicam 76,76% da variação entre eles. A maior variância é explicada pelo Fator 1 (45,63%), seguido pelo Fator 2 (31,13%).

Para formação dos fatores foram consideradas apenas cargas fatoriais superiores a 0,5 (Tabela 4). No sentido de facilitar a extração e interpretação dos fatores, utilizou-se o método de rotação ortogonal Varimax, o qual busca minimizar o número de variáveis que têm altas cargas em um fator, simplificando a interpretação dos fatores (REIS, 2001).

Tabela 4. Cargas fatoriais na definição dos fatores

| Variável | Fator 1 | Fator 2 | Denominação |
|---|--------------|--------------|-----------------------------------|
| Área Total (ha) | 0,756 | 0,012 | <i>Produtividade por área</i> |
| Área destinada a produção leiteira | 0,930 | -0,028 | |
| Mão-de-obra | 0,525 | -0,150 | |
| Número de vacas em lactação | 0,932 | -0,079 | |
| Produtividade por dia (Litros) | 0,911 | -0,065 | <i>Manejo Ambiental</i> |
| Fertirrigação | -0,014 | 0,952 | |
| Onde é produzido o dejetos da fertirrigação | -0,170 | 0,925 | |
| Dejetos é de lagoa ou biodigestor | -0,048 | 0,949 | |

Em negrito as variáveis que participaram na formação de cada fator

O Fator 1 foi definido por variáveis relacionadas à Produtividade por área dos SPL sendo este, composto pelas variáveis “Área Total (ha)”, “Área destinada a produção leiteira”, “Mão de obra”, “Número de vacas em lactação” e “Produtividade por dia (Litros)”. Essas estão relacionadas com a maior capacidade operacional dos Sistemas de produção, pois há correlação positiva entre as variáveis que compõem esse fator, que indica um cenário favorável entre comprometimento da mão de obra com a produção por área.

Já o Fator 2 foi composto pelas variáveis referentes ao Manejo ambiental dos SPL sendo este composto pelas variáveis “Fertirrigação”, “Onde é produzido o dejetos da fertirrigação”, “Dejetos é de lagoa ou biodigestor”. Um dos maiores problemas das propriedades leiteiras é a grande quantidade de resíduos gerados todos os dias. Konzen e Alvarenga (2009) afirmam que a produção de esterco, fezes e urina, gerada diariamente pelos bovinos de leite, corresponde a aproximadamente 10% de seu peso corporal, representando uma quantidade média de 45 a 48 kg/vaca/dia.

Muitos produtores fazem o manejo dos dejetos de forma inadequada, sendo que a maioria se limita a jogá-los diretamente nas pastagens ou nas plantações, sem nenhum tratamento prévio. Entretanto, de acordo com Spilki et al. (2009) esta prática já está sendo revista, mesmo em pequenas propriedades, pois este método apresenta um grande potencial poluidor de águas, solo e ar, provocando consequências incalculáveis ao meio ambiente.

Após a formação dos Fatores, os grupos de produtores definidos na análise de cluster foram plotados em figura, onde permitiu-se reduzir o universo inicial de 353 sistemas de produção para cinco grupos homogêneos de sistemas (G1, G2, G3, G4 e G5). Os quadrantes obtidos a partir da intersecção dos eixos F1 e F2 permitem

interpretar os grupos de sistemas segundo as variáveis estudadas. Na Figura 1, é apresentada graficamente os grupos de sistemas produtores de leite frente aos Fatores 1 e 2.

Os SPL do G1 agrupam 236 produtores. Esses se caracterizam por serem produtores com área média de 21 hectares e produção em torno 618 L/dia (Tabela 5). Nesse grupo a mão de obra predominante é a familiar que está presente em 86% das propriedades.

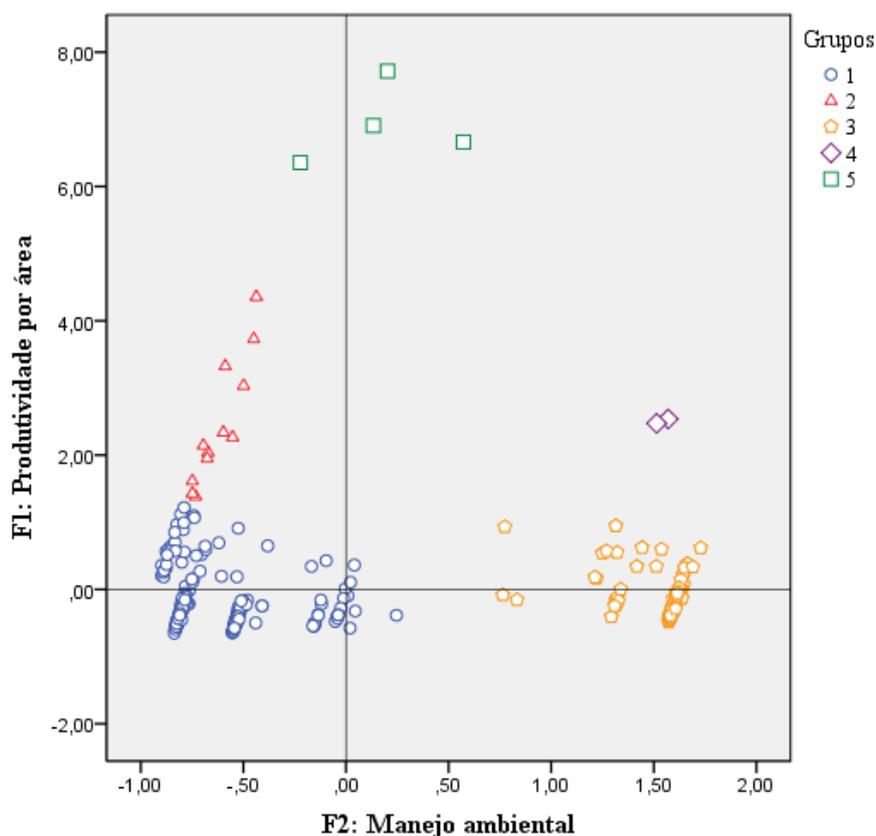


Figura 1. Representação gráfica da formação dos grupos de sistemas de produção de leite

O G2 é representado por 12 SPL, onde todos os representantes desse grupo são da região Centro Oriental do estado do Paraná, o qual é caracterizado por propriedades mais tecnificadas e especializadas na produção leiteira. A área média é de 114,5 hectares e com produção diária ultrapassando os 5000 litros de leite. A mão-de-obra é 100% contratada, onde 50% dessas também contam com mão de obra familiar para auxiliar nas atividades diárias da propriedade.

O grupo 3 (G3) o qual é representado por 99 SPL assemelha-se com o grupo 1 em tamanho de área, 23 hectares, porém sua produção diária é inferior produzindo em média 449 litros com 23 vacas em lactação. A produção diária por vaca é a menor dentre todos os grupos formados ficando em torno de 19,5 L/vaca/dia. Nesse grupo o que chama a atenção é que 25% dos produtores não apresentam o ensino fundamental completo.

Tabela 5. Características dos 353 sistemas de produção de leite

| Grupos | N | Produção/dia | Produção/área | N/vacas | Méd./vaca | Lactação |
|--------|-----|--------------|---------------|---------|-----------|----------|
| 1 | 236 | 618 | 9.807 | 30 | 20,6 | 6.283 |
| 2 | 12 | 5.193 | 17.550 | 161 | 32,2 | 9.821 |
| 3 | 99 | 449 | 6.555 | 23 | 19,5 | 5.948 |
| 4 | 2 | 4.500 | 11.406 | 165 | 27,3 | 8.327 |
| 5 | 4 | 15.150 | 17.014 | 417 | 36,3 | 11.072 |
| Média | - | 913 | 9.548 | 37 | 24,6 | 7.503 |

N: Quantidade de sistemas por grupo (N total=353); Produção dia: Produção média diária (litros/dia); Produção área: Produção média por hectare (litros/ha/ano); N vacas: Média de vacas em lactação; Méd. vaca: Média produção por vaca (litros/dia); Lactação: Produção em 305 dias de lactação (litros)

Já no grupo 4 (G4) representado por apenas 2 SPL, ambos os proprietários têm formação mínima no ensino médio e com produção média de 4500 L/dia. Vale destacar que essas propriedades se enquadram em um patamar mais tecnificado de produção. Esse grupo é representado por produtores que buscam maximizar o potencial de produção de sua propriedade utilizando um conjunto de práticas sanitárias, de manejo do rebanho e das pastagens, bem como dispor de um conjunto mínimo de benfeitorias e equipamentos para o desenvolvimento da atividade (IPARDES, 2009).

O grupo 5 (G5) conta com 4 SPL que se diferenciam de todos os outros grupos formados, pois a produção é altamente tecnificada em patamar industrial. As propriedades têm produção média diária de 15.150 litros em uma área aproximada de 325 hectares. A média de idade dos proprietários é de 41 anos e todos têm ao menos formação técnica. O que chama atenção para esse grupo é a alta produção diária por vaca que fica em torno de 36 litros.

Nos grupos 1 e 3 que apresentaram menor área dentro todos os grupos, 41% das propriedades tem o leite como única atividade geradora de renda, tendo como produção média diária 690 litros. Em propriedades onde a atividade leiteira é a única fonte de renda, os produtores enfrentam a dificuldade no retorno do capital gerado para a própria atividade. Lange et al. (2016) concluíram que nessas condições, a receita gerada na

propriedade mensalmente é praticamente toda comprometida com as despesas familiares fazendo com que apenas um pequeno percentual dessa receita possa ser retornado à atividade leiteira na forma de investimentos em tecnologias que poderiam contribuir com o aumento dos índices produtivos.

Também se verificou nesses dois grupos (G1 e G3) que 38% das propriedades (53 SPL) não apresentam sucessores para a atividade leiteira indicando que em alguns anos essas propriedades não estarão mais produzindo leite. SEBRAE (2016) destacou em estudo semelhante no Estado de São Paulo, que propriedades com produção até 700 L/dia dependem exclusivamente de mão de obra familiar, não conseguem contratar e que os filhos dos proprietários tendem a buscar outra fonte de renda fora da propriedade.

Neste contexto, onde diversas transformações têm contribuído para que os produtores rurais reflitam sobre a necessidade de administrarem bem a sua atividade, tornando-a mais eficiente e, conseqüentemente, mais competitiva, ter controle adequado do custo de produção do leite é uma saída, que pode gerar informações para a tomada de decisões rápidas e objetivas (LOPES, 2012).

Evidenciou-se nos grupos 1 e 3, onde a produção é menor em comparação aos demais, que 90% dos SPL a produção de leite é no sistema de semi-confinamento, onde as vacas recebem suplementação no cocho e o restante do dia passam na pastagem. Já nos grupos 2, 4 e 5, onde a produção é mais intensiva predomina o confinamento das vacas em 75% das propriedades desses grupos. Nesse cenário, de intensificação da produção leiteira resulta na concentração de grandes volumes de dejetos animais, sendo necessário o manejo adequado desse material (ORRICO JUNIOR et al., 2010).

Dos 353 SPL estudados, 134 propriedades não fazem tratamento de dejetos, os quais se acumulam em torno das instalações. Com isso, há alto risco de contaminação do solo e de corpos d'água. Desses, 38% (53 propriedades) consomem água não tratada oriunda de poço artesiano próprio, poço raso e/ou nascente, todos da própria propriedade. Sendo assim, a gestão sustentável dos resíduos agropecuários tem sido recomendada como forma a mitigar os problemas causados pelo seu acúmulo e a sua utilização como insumo na produção agrícola é uma alternativa para reduzir a poluição, além de melhorar a qualidade do solo (LEMES et al., 2016).

Vale destacar a heterogeneidade dos SPL estudados, porém, fica evidente a grande diferença da especialização na produção de leite das regiões estudadas, onde

100% dos produtores pertencentes aos grupos 2, 4 e 5, que são mais tecnificados e com maior produção, pertencem a região Centro Oriental do Estado do Paraná.

Isso é evidente, pois o bom desempenho do Paraná na atividade leiteira está relacionado, entre outros fatores, ao emprego de alta tecnologia na produção (SOUZA & BUAINAIN, 2013), aos aspectos técnico-organizacionais, à utilização de mão de obra especializada, à escolha de rebanho com maior produtividade e a uma forte estrutura de cooperativas (PARRÉ et al. 2011).

Todos os resultados desse trabalho demonstram que a atividade leiteira sofre influência muito grande de várias variáveis, dentre elas: sociais, culturais, econômicas e estruturais ficando difícil enumerar apenas uma ou outra variável que mais influencia a produção, tendo como um exemplo de fator que pode influenciar a viabilidade da atividade, podemos destacar o tipo de mão de obra adotado, ou seja, familiar, contratada ou mista (LOPES et al., 2012).

Fica evidente a heterogeneidade entre regiões estudadas e entre municípios da mesma região. Na região Oeste do Paraná foram entrevistados 275 produtores, os quais representam 11% dos SPL dos municípios estudados da região. Já a produção média por SPL nessa região chegou a 433 L/dia, bem acima da produção apresentada pelo IBGE (2017) 199 L/dia, média essa levando em consideração todos os estabelecimentos produtores de leite dos referidos municípios.

Na região Centro Oriental do Paraná foram entrevistados 78 produtores, os quais representam 5,5% dos SPL dos municípios estudados da região. A produção média diária ficou em 2600 litros e o número médio de vacas em lactação por propriedade encontrado no presente trabalho foi de 85 vacas.

Com isso é possível ter uma noção da representatividade dos SPL estudados e da possível utilização na comparação em estudos futuros.

3.4. Conclusão

A análise fatorial se mostrou uma ferramenta muito útil para estudo de sistemas de produção de leite, identificando os principais fatores que caracterizam os diferentes sistemas de produção, com base na similaridade das variáveis estudadas. E com o auxílio da análise de cluster hierárquico pode-se agrupar os SPL em cinco grupos distintos entre si, mas com grande semelhança interna entre os SPL que formam cada um dos grupos ficando evidente a heterogeneidade entre eles.

Referências bibliográficas

- ALEIXO, S.S.; DE SOUZA, J.G.; FERRAUDO, A.S. Técnicas de análise multivariada na determinação de grupos homogêneos de produtores de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6 (supl.), p. 2168-2175, 2007.
- BARROSO, L.P.; ARTES, R. Análise Multivariada. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, 2003. p.152.
- BODENMÜLLER FILHO, A.; DAMASCENO, J.C.; PREVIDELLI, I.T.S. et al. Tipologia de sistemas de produção baseada nas características do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.8, p.1832-1839, 2010.
- BORSANELLI, A.C.; SAMARA, S.I.; FERRAUDO, A.S. et al. Escolaridade e volume de produção têm associação com a percepção de risco de produtores de leite no uso de produtos veterinários. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.10, p.981-989, 2014.
- BRITO, M. M.; BÁNKUTI, F. I.; BÁNKUTI, S. M. S.; SANTOS, G. T. et al. Horizontal arrangements and competitiveness of small-scale dairy farmers in Paraná, Brazil. **International Food and Agribusiness Management**. v.18, n.4, 2015.
- DAMASCENO, J.C., et al. Ver des projets d'élevage raisonnés en commun? Analyse de 12 démarches de commercialisation associant de petits groupes d'élevage laitiers. **In 12èmes Rencontres Recherches Ruminants**. Paris, 12 ed., p. 212, 2005.
- DAMASCENO, J.C.; BOUNDERMÜLLER FILHO, A.; RAMOS, C.E.C.O. et al. O Papel do homem na gestão e controle de qualidade da produção de leite. In: SANTOS, G.T., UHLIG, L., BRANCO, A.F. et al. (Ed.) **Inovação tecnológica na cadeia produtiva do leite e a sustentabilidade da pecuária leiteira**. Maringá: Eduem, p.310, 2008.
- DEDIEU, B.; CHABENET, G.; JOSIEN, E.; Bécherel, F. Organisation du pâturage et situations contraignantes en travail: démarche d'étude et exemples en élevage bovin viande. **Fourrages**, v.149, p.21-36. 1997.
- FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.P.; SILVA, F.L. et al. Análise Fatorial. In: (Org). **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro-RJ; Elsevier, p. 235-269, 2009.
- GODINHO, R.F.; CARVALHO, R.C.R. Gestão de sistemas de produção de leite. **Ciência et Praxis**. v.2, n.3, 2009.
- HAIR Jr, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. Ed. Porto Alegre, 2005.

- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária** - 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201504_publ_completa.pdf>. Acesso em: 20/09/2018.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Senso Agropecuário - 2017**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/>>. Acesso em: 20/09/2018.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná**. 2009. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/sumario_executivo_atividade_leiteira_parana.pdf> Acesso em: 20/09/2018.
- LANGHE, M.J., ZAMBOM, M.A., RAMOS, C.E.C.O., et al., Typology of dairy production systems based on the characteristics of management in the Region of West Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, 2016.
- LEBART, L. Contiguity Analysis and Classification, In: W. Gaul, O. Opitz and M. Schader (Eds), **Data Analysis**. Berlin, Springer, p.233-244, 2000.
- LEMES, R.L.; SOARES FILHO, C.V.; NETO, M.G. et al. Biofertilizer in the nutritional quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.1441, 2016.
- LOPES JUNIOR, J.F.; RAMOS, A.E.C.O.; SANTOS, G.T. et al. Análise das práticas de produtores em sistemas de produção leiteiros e seus resultados na produção e na qualidade do leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1199-1208, 2012.
- KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Fertilidade de solos, cultivo do milho, sistemas de produção**. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. n.2, set. 2009. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_48_168200511159.html#> Acesso em: 20/09/2018.
- NEUMANN, M.E., ZAMBOM, M.A., LANGHE, M.J., et al., Typology of dairy production systems from West Parana State based on production indices and feed used. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.3, 2016.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR J. Influência da relação volumoso: concentrado e do tempo de retenção hidráulica sob biodigestão anaeróbia de dejetos de bovino. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.386-394, 2010.
- PARRÉ, J.L.; BÁNKUTI, S.M.S.; ZANMARIA, N.A. Perfil socioeconômico de produtores de leite da região Sudoeste do Paraná: um estudo a partir de diferentes níveis de produtividade. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.9, n.2, p.275-299, 2011.
- REIS, E. **Estatística Multivariada**. 2d. Lisboa: Silabo, 2001.

- RESENDE, J. C.; STOCK, L. A. **Crescimento e mudanças geográficas da produção de leite no Brasil entre 2002 e 2012**. Boletim CBLeite, nº 20. Embrapa Gado de Leite. Juiz de Fora: 2014.
- SEBRAE-SP, **Pesquisa Setor/Segmento Agropecuário de Leite**, Sebrae-SP – 2016. Disponível em: <<http://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/Agropecuaria%CC%81ria%20de%20Leite.pdf>> Acesso em: 20/09/2018.
- SILVA, M. A.P.; SANTOS, P.A.; SILVA, J.W. et al. Variação da qualidade do leite cru refrigerado em função do período do ano e do tipo de ordenha. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.1, p.112-118, 2010.
- SMITH, R.R. et al. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X región de Chile mediante análisis multivariable. **Agricultura Técnica**, v.62, n.3, p.375-395, 2002.
- SOLANO, C.; BERNUÉS, A.; JOAQUIN, N.; et al. Relationships between management intensity and structural and social variables in dairy and dual-purpose systems in Santa Cruz, Bolivia. **Agricultural Systems**, Amsterdam, v. 65, n. 3, p. 159-177, 2000.
- SOUZA, R.P.; BUAINAIN, A.M. A competitividade da produção de leite da agricultura familiar: os limites da exclusão. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.21, n.2, 308-331, 2013.
- SPIILKI, F. R. et al. Detecção e desinfecção de vírus em dejetos de ruminantes. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v.1, set. 2009. Disponível em: <<http://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/32677.pdf>>. Acesso em: 20/09/2018.
- VIANA, G.; RINALDI, R.N. Principais fatores que influenciam o desempenho da cadeia produtiva de leite – um estudo com os produtores de leite do município de Laranjeiras do Sul-PR. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, vol.12, n.2, p.263-274, 2010.
- VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LEITE, J.B.; et al. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas, **Revista de política agrícola**, ano XXVI, n.1, Jan./Fev./Mar. 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163208/1/Evolucao-do-leite-no-brasil.pdf>> Acesso em: 20/09/2018.

4. EFICIENCIA ALIMENTAR PROTEICA E EMISSÃO DE METANO EM VACAS JERSEY NO SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO ALIMENTADAS COM PRÉ SECADOS DE “*Medicago sativa*” E “*Trifolium pratense*”

Resumo: O objetivo com este estudo foi avaliar a eficiência proteica, a composição e produção de leite e emissão de CH₄ na dieta de vacas leiteiras em sistema orgânico de criação alimentadas com pré secados de alfafa e trevo vermelho consorciada com gramíneas. Utilizou-se dezoito vacas da raça Jersey, multíparas e média de 146,5 ± 45 dias em lactação (DEL), produção de leite em 24,1 ± 7,5 kg/dia e 490,9 ± 64,5 kg de peso corporal e 2 vacas também da raça Jersey, primíparas e média de 159 ± 63,6 DEL, produção de leite em 21,8 ± 0,77 kg/dia e 414,3 ± 4,1 kg de peso corporal. Foram formados 10 blocos em pares (n = 10 pares) de acordo com DEL e produção de leite e, dentro de pares, designados aleatoriamente para os tratamentos 1 de 2 (1 - pré secado de alfafa com mix de gramíneas e 2 - pré secado de trevo vermelho com mix de gramíneas). O experimento foi conduzido em três períodos, onde o primeiro período foi “covariate period” (durante 14 dias) e mais dois períodos (utilizando as dietas experimentais), onde cada período teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta de dados e amostras. A proteína solúvel dos pré secados das duas espécies diferiu, sendo que a alfafa apresenta 63 e 62% do total da proteína na forma solúvel e o pré secado do trevo vermelho, é 25,5 e 40,5%. Observou-se uma diferença na ingestão de MS entre os pré secados. Para produção de leite corrigido a 4% de gordura, o pré secado de alfafa produziu mais leite que o pré secado de trevo vermelho, nos períodos de coleta. O nitrogênio uréico no leite (NUL) das vacas alimentadas com trevo vermelho foi inferior. As vacas que recebiam o pré secado de trevo vermelho apresentaram uma maior concentração de histidina. A produção de metano foi superior para vacas alimentadas com pré secado de alfafa na primeira semana de coleta. A alfafa melhorou a produção de gordura do leite, enquanto o trevo vermelho reduziu o NUL, devido a melhor eficiência da utilização do nitrogênio com a enzima polifenol oxidase e melhorou os ácidos graxos ω-3 e a histidina plasmática.

Palavras-chave: leguminosas, metano entérico, produção leiteira

**PROTEIN FOOD EFFICIENCY AND CARBON EMISSION IN JERSEY COWS
THE ORGANIC PRODUCTION SYSTEM FEEDED WITH HAYLAGE
"Medicago sativa" AND "Trifolium pratense"**

Abstract: The objective of this study was to evaluate the protein efficiency, the composition and production of milk and CH₄ emission in the diet of dairy cows in organic farming system fed with haylage alfalfa intercropped with grasses and red clover intercropped with grasses. Eighteen Jersey cows, multiparous and averaging 146.5 ± 45 days in lactation (DEL), milk production at 24.1 ± 7.5 kg / day and 490.9 ± 64.5 kg in weight, were used body and 2 Jersey cows, primiparous and mean 159 ± 63.6 DEL, milk production at 21.8 ± 0.77 kg / day and 414.3 ± 4.1 kg body weight. Ten blocks were formed in pairs (n = 10 pairs) according to LED and milk production and, within pairs, randomly assigned to treatments 1 of 2 (1 - haylage alfalfa with grass mix and 2 - haylage of red clover with mix of grasses). The experiment was conducted in three periods, where the first period was covariate period (for 14 days) and two more periods (using experimental diets), where each period lasted 21 days, with 14 days of adaptation and 7 days collection of data and samples. The soluble protein of the haylage of the two species differed, with the alfalfa having 63 and 62% of the total protein in the soluble form and the haylage of the red clover, it is 25.5 and 40.5%. There was a difference in DM intake between the haylage ones. For the production of milk corrected to 4% fat, the haylage alfalfa produced more milk than the haylage red clover, during the collection periods. The milk urea nitrogen (MUN) of cows fed red clover was lower. The cows that received the haylage red clover had a higher concentration of histidine. Methane production was higher for cows fed alfalfa haylage in the first week of collection. Alfalfa improved milk fat production, while red clover reduced MUN, due to better efficiency in the use of nitrogen with the enzyme polyphenol oxidase and improved ω-3 fatty acids and plasma histidine.

Keywords: legumes, enteric methane, dairy production

4.1. Introdução

Atualmente a produção orgânica de leite nos Estados Unidos está passando por um processo crítico de transformação, onde a falta de planejamento na transição das fazendas convencional para orgânicas vem inflando o mercado, através de fazendas cada vez maiores e mais produtivas e juntamente com a mudança no comportamento de compra do consumidor (BRITO e SILVA, 2020), o produtor de leite se vê na necessidade cada vez maior de melhorar a eficiência da produtividade, conseqüentemente produzindo um produto mais barato para o cliente final.

As despesas com alimentação são os maiores custos variáveis em fazendas leiteiras orgânicas (DALTON et al., 2008; MCBRIDE e GREENE, 2009) e a produção de alimentos conservados de alta qualidade, entram como uma boa opção de baratear os custos da propriedade. Baseando-se nisso, os pré secados de alfafa e trevo vermelho são uma ótima escolha para os produtores do nordeste dos Estados Unidos.

Pré secados de alfafa e trevo vermelho utilizados na dieta de vacas em sistema orgânico de produção, geralmente têm excesso de nitrogênio não proteico (NNP) e/ou proteína bruta (PB) e deficiência de energia (BRITO et al., 2008; HAFLA et al., 2016), assim resultando num fornecimento desbalanceado de PB e energia para o animal (NRC, 2001; BRITO et al., 2008; GERBER et al., 2013; HRISTOV et al., 2013a).

Durante a ensilagem, normalmente mais da metade da proteína bruta da alfafa é degradado em peptídeos, aminoácidos e nitrogênio amoniacal por enzimas liberadas da ruptura celular (MCDONALD et al., 1991).

Já o trevo vermelho possui a enzima polifenol oxidase (PPO), que forma quinonas, e estas diminuem consideravelmente a proteólise na ensilagem (LEE et al., 2004) e no rúmen (BRITO et al., 2007). Observou-se rendimentos similares na produção de leite e proteína, menor nitrogênio uréico no leite e maior eficiência de N nas vacas em lactação quando alimentadas com silagem de trevo vermelho, com um terço a menos de NNP, em comparação a silagem de alfafa (BRODERICK, 2002).

Dietas à base de forragem, principalmente de leguminosas, tem um aporte de energia limitada o que pode ocasionar um aumento da emissão de CH₄ entérico devido à alta ingestão de fibra, por favorecer maior produção de acetato em vez da formação de propionato (GERBER et al., 2013; HRISTOV et al., 2013a; KNAPP et al., 2014).

Portanto, objetivou-se com esse experimento foi avaliar a eficiência proteica, composição produção de leite e emissão de CH₄ na dieta de vacas leiteiras em sistema orgânico de criação alimentadas com pré secados de alfafa e trevo vermelho.

4.2. Material e Métodos

O manejo e o cuidado com os animais utilizados do atual experimento, foi conduzido conforme descrito nas diretrizes do Comitê Institucional de Cuidado e Uso de Animais da Universidade de New Hampshire. O experimento de 63 dias de duração foi conduzido na Universidade de New Hampshire, Burley-Demeritt - Fazenda de Pesquisa de Produção de Leite Orgânico (43°10'N, 70°99'W; Lee, NH) de 11 de fevereiro a 15 de abril de 2019.

A temperatura ambiental média foi de 3.9 °C (mínimo = -24 °C; máximo = 23 °C). Esses registros foram coletados no Centro Nacional de Informação Ambiental (Departamento de Comércio dos EUA - Administração Nacional Atmosférica e Oceânica) localizada na estação meteorológica na Universidade de New Hampshire Kingman Farm (Madbury; 43° 17'N, 70° 93'W), a 12 km do local experimental.

4.2.1. Animais, Delineamento Experimental e Tratamentos

Foram utilizadas dezoito vacas da raça Jersey, multíparas com certificação orgânica e média de 146,5 ± 45 dias em lactação (DEL), produção de leite em 24,1 ± 7,5 kg/dia e 490,9 ± 64,5 kg de peso corporal e 2 vacas também da raça Jersey, primíparas com certificação orgânica e média de 159 ± 63,6 DEL, produção de leite em 21,8 ± 0,77 kg/dia e 414,3 ± 4,1 kg de peso corporal. Foram formados 10 blocos em pares (n = 10 pares) de acordo com DEL e produção de leite e, dentro de pares, designados aleatoriamente para os tratamentos 1 de 2 (1 - pré secado de alfafa com mix de gramíneas e 2 - pré secado de trevo vermelho com mix de gramíneas).

As dietas foram formuladas utilizando o software NRC (2001) para produzir uma relação forragem/concentrado de 65:35 e atender à exigência nutricional de uma vaca Jersey produzindo 24 kg de leite/dia, com 4,5% de gordura e 3,5% de proteína bruta.

O experimento foi conduzido em três períodos, onde o primeiro período foi “covariate period” período de coleta de dados base (dieta normal fornecida na fazenda

antes do início do fornecimento da dieta experimental durante 14 dias) e mais dois períodos (utilizando as dietas experimentais), onde cada período teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta de dados e amostras.

Os animais foram alojados em um barracão no sistema de compost barn. A cama sobreposta (132 m²) tinha um acesso a uma área externa, com piso de concreto de 478 m², somando assim, uma área total de 610 m². Essa área permitia que as vacas andassem livremente para cumprir as normas nacionais do USDA Programa Orgânico “Regra de Pastagem” (USDA-MAS, 2010), que exige acesso durante todo o ano ao ar livre para todos os ruminantes. No lado oposto da cama, na área externa, havia uma área coberta com telhado, onde as vacas eram alimentadas através de um sistema equipado com portas automáticas “Calan” (American Calan Inc., Northwood, NH).

Os pré secados fornecidos como volumoso da dieta total das vacas do experimento, eram constituídos de duas colheitas (segundo corte- 09/07/2018 e terceiro corte – 21/08/2018) com diferentes composições botânicas (Tabela 1).

Nas áreas destinadas à implantação das forrageiras, em uma delas foi plantada uma leguminosa (Alfafa) consorciada com duas gramíneas: Festuca do prado (*Festuca elatior*) e Timothy (*Phleum pratense*); e na outra área foi cultivada outra leguminosa (Trevo Vermelho) consorciado com as mesmas gramíneas. Porém durante o desenvolvimento das forrageiras, em ambas as áreas as leguminosas se sobressaíram em comparação as gramíneas.

Tabela 1. Composição botânica dos pré secados de alfafa (ALF) e trevo vermelho (TV) dos diferentes cortes

| Item | Corte 2 | | Corte 3 | |
|----------------------|---------|------|---------|------|
| | ALF | TV | ALF | TV |
| Leguminosa (%) | 65% | 80% | 84% | 97% |
| Timothy (%) | 17% | 15% | 1% | 0,3% |
| Festuca (%) | 0,3% | 0,4% | 2% | 2% |
| Folhas largas (%) | 12% | 1% | 2% | 1% |
| Folhas estreitas (%) | 6% | 4% | 11% | 0,2% |

As forragens foram cortadas usando uma gadanheira/condicionadora de linha central (modelo FC353RGC; Kuhn América do Norte Inc., Brodhead, WI), e murchas em campo até atingirem pelo menos 45% de matéria seca (MS) por aproximadamente 36 h após corte. As forragens foram enfardadas utilizando-se uma enfardadeira (modelo 450M John Deere; Deere & Company, Moline, Illinois) e os fardos embrulhados com

plástico usando um empacotador (modelo 991BE; McHale Engineering Ltd., Ballinrobe, Irlanda) sem conservante e armazenado no campo.

A dieta total fornecida para as vacas foi constituída por 65% de volumoso (32,5% corte 2 e 32,5% corte 3) e 35% de concentrado (Tabela 2). Durante todo o experimento as vacas tiveram acesso livre a água.

Tabela 2. Composição dos ingredientes das dietas experimentais

| | Dietas experimentais | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| | Alfafa- mix gramíneas | Trevo vermelho - mix gramíneas |
| | -----% of diet dry matter----- | |
| Alfafa- mix gramíneas ¹ | 32,5 | - |
| Alfafa- mix gramíneas ² | 32,5 | - |
| Trevo vermelho - mix gramíneas ¹ | - | 32,5 |
| Trevo vermelho - mix gramíneas ² | - | 32,5 |
| Concentrado | 35,0 | 35,0 |

¹Segundo corte; ²Terceiro corte

4.2.2. Manejo das vacas, amostragem e análise de alimentos

Todos os pré secados foram amostrados antes do fornecimento aos animais, utilizando uma furadeira modelo TE 7-A (Hilti North America, Tulsa,OK) equipado com um amostrador de núcleo de metal com 40 cm de comprimento.

Durante todo estudo, foram coletadas 3 amostras de cada pré secado (de 150 a 200g cada), obtidos após 3 a 4 amostragens em cada fardo. Uma amostra foi seca no liofilizador para posterior moagem. A segunda amostra foi armazenada em frizzer a -20°C até o envio para análise e a terceira amostra foi seca em estufa de ventilação forçada (VWR Scientific, Bridgeport, NJ) a 55 °C, 48 h sendo a matéria seca resultante desse processo utilizada para ajustar a proporção diária de pré secado fornecido na dieta total das vacas.

Os pré secados foram picados em partículas 2 a 3 cm de comprimento, utilizando um misturador vertical (Valmetal VMix 400; Saint-Germain-de-Grantham, QC, Canadá) a cada 2 a 3 dias e armazenados em um barracão coberto, identificados e separados uns dos outros.

A dieta total era preparada em um vagão misturador vertical de autopropulsão (A100 automotora; Jaylor Fabricating Inc., East Garafraxa Garafraxa, ON, Canadá) equipado com balança digital.

As vacas eram alimentadas 2 vezes ao dia (5:00 e 16:00h). A quantidade de alimento fornecido foi ajustada todos os dias, para sobras ficarem em torno de 5 a 10%. As sobras eram coletadas e pesadas, antes da alimentação do período da tarde. Na semana de coleta os alimentos fornecidos (pré secados, concentrado e pellet) eram amostrados diariamente, armazenados (amostra composta) e congeladas a -20°C para posterior análise. Um sistema de portas Calan de reconhecimento eletrônico (American Calan Inc.) foi utilizado para individualizar os tratamentos alimentares oferecidos as vacas.

Os pesos corporais foram registrados após a ordenha da tarde por 3 dias consecutivos no início do experimento e durante os últimos 3 dias de cada período para calcular as alterações de peso corporal.

Os pré secados, concentrado e pellet foram secos em estufa de ventilação forçada (55°C, 48 h; VWR Scientific, Bridgeport, NJ), moídos em moinho (modelo: Wiley mill; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA) utilizando uma peneira de 1mm, devidamente identificadas e enviados para um laboratório comercial (Dairy One Cooperative Inc., Ithaca, NY), onde foram analisadas para MS, N total, proteína solúvel, FDN, FDA, PIDN, PIDA, LDA, extrato etéreo, cinzas, minerais (Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Íons Cu, Mn, Mo, S, Cl), amido e carboidratos solúveis seguindo os métodos relatados por Antaya et al. (2015).

4.2.3. Amostragem e Análises de Leite

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 05:00 e 16:00 h, com a produção de leite registrada em cada ordenha ao longo do experimento. As amostras de leite foram coletadas por 4 ordenhas consecutivas nos dois primeiros dias de cada período de coleta, preservadas em tubos contendo 2-bromo-2-nitropropan-1,3 diol, formando amostra composta, proporcional a produção da ordenha da manhã e da noite e refrigerados a 4°C até serem enviados para Dairy One Cooperative Inc. para determinação de gordura, proteína, lactose e nitrogênio uréico no leite (NUL) por espectroscopia. Amostras de leite sem conservante foram coletados simultaneamente e armazenados em -80 °C até serem analisadas para ácidos graxos.

4.2.4. Amostragem e Análises de Sangue

Amostras de sangue foram colhidas uma vez no segundo dia de cada período de coleta às 9:00h, aproximadamente 4h após o fornecimento da alimentação da manhã, a partir da veia coccígea em tubos Vacutainer EDTA (Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ). Depois da coleta de sangue, os tubos foram mantidos em gelo e imediatamente transportado para o laboratório para processamento. Todo o sangue das amostras foi centrifugado ($3.300 \times g$) por 20 minutos a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ usando uma centrífuga Eppendorf modelo 5810 (Eppendorf, Hamburgo, Alemanha) 2h após a coleta.

Após centrifugação, as amostras de plasma foram armazenadas a -80°C , até a análise. Amostras de plasma foram usadas para determinar a perfil de aminoácidos e nitrogênio uréico no plasma (NUP).

4.2.5. Amostragem e Análises de urina e fezes

Coletou-se amostras de urina em potes de amostragem de 100mL, durante a micção voluntária ou através de estimulação via massagem do nervo pudendo, área logo abaixo da vulva, durante 5 dias consecutivos, uma vez ao dia, na semana de coleta de cada período nos seguintes horários: 6:00h, 9:00h, 12:00h, 15:00h e 18:00h.

Após a coleta, pipetou-se 1mL de urina em tubos eppendorf 50mL, contendo 32mL de H_2SO_4 0,072 N para obter amostra composta de todo o período de coleta. As amostras de urina foram armazenadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ antes da análise de compostos nitrogenados.

Após descongelar à temperatura ambiente, as amostras foram analisadas no laboratório de análises químicas e bromatológicas da Universidade de New Hampshire, no Departamento de Agricultura, Nutrição e Sistemas Alimentares (Keener Dairy Research Building) para às concentrações de creatinina (kit de ensaio no. 500701, Cayman Chemical Co., Ann Arbor, MI) usando um leitor de microplacas de cromatografia definido em um comprimento de onda de 492 nm (Awareness Technology Inc., Palm City, FL), alantoína (Chen et al., 1992), ácido úrico (kit de ensaio n. 1045-225, Stanbio Laboratory, Boerne, TX), nitrogênio uréico (método diacetil-monoximaima de Rosenthal, 1955) e N-total (análise micro-Kjeldahl, AOAC, 1990; Dairy One Cooperative Inc.).

Alantoína, ácido úrico e nitrogênio uréico foram lidos nos comprimentos de onda de 540, 522 e 520 nm, respectivamente, em um espectrofotômetro UV/visível (Beckman Coulter Inc., Pasadena, CA). Volume diário de urina foi estimado a partir da concentração urinária de creatinina assumindo uma taxa constante de excreção de creatinina de 29 mg/kg de peso vivo (Valadares et al., 1999). Excreção urinária de derivados de nitrogênio uréico, nitrogênio total, alantoína, ácido úrico e derivados de purina (alantoína + ácido úrico) foram calculados multiplicando a concentração de cada um dos testes metabólitos pelo volume urinário.

Amostras de fezes foram coletadas simultaneamente com a urina, diretamente do reto dos animais. Essas foram reunidas por vaca, secas em estufa de ventilação forçada (55°C, por 72 h; Sheldon Manufacturing Inc., Cornelius, OR) e moídas em moinho (modelo: Wiley mill; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA) utilizando uma peneira de 1mm, para serem analisadas quanto aos teores de MS, PB, FDA, FDN e cinzas (Dairy One Cooperative Inc.).

4.2.6. Amostragem líquido ruminal e análises

Amostras de líquido ruminal (aproximadamente 250mL) foram coletadas de todas as vacas no último dia de cada período de coleta, via sonda esofágica via bucal até o rumen (LODGE-IVEY et al., 2009), 4h após a alimentação da manhã. Durante a coleta de amostras, as vacas foram contidas na cabeça em um canzil. Depois da coleta, as amostras de líquido ruminal foram coadas através de 4 camadas de gaze e realizou-se a leitura imediatamente do pH ruminal utilizando um medidor de pH de bancada (Thermo Orion SP20; Thermo Fisher Scientific, Chelmsford, MA). A alíquota inicial de cada amostra de líquido ruminal foi descartada para minimizar a contaminação por saliva. No entanto, a contaminação por saliva não pode ser completamente desconsiderada e, como resultado, os dados de pH não são relatados.

Uma alíquota de 10mL de líquido ruminal foi adicionado a 0,2mL de 50% H₂SO₄ e armazenado a -20 °C para análise posterior de N-NH₃. O nitrogênio amoniacal foi analisado utilizando um Analisador de Íons Orion Modelo 407A (Thermo Fisher Scientific) equipado com um eletrodo sensor de gás NH₃ no. 9512 (1mL ajustado de força iônica para 10mL de fluido). Uma segunda alíquota de 10mL de líquido ruminal foi adicionado a 0,2mL de H₂SO₄ a 50%, armazenado a -20 °C e retido para análise de AGV.

Análise de ácido graxos voláteis (AGV) ruminal foi realizada na West Virginia University Rumen - Laboratório de Perfis de Fermentação (Morgantown, WV) usando um instrumento GLC (Varian 3300; Varian Inc., Palo Alto, CA) equipado com ionização de detecção por chama seguindo o procedimento de separação conforme descrito por Anonymous (1975). A coluna era uma coluna de vidro de 2 m × 2 mm, embalada com 10% de fase 1200/1% de H₃PO₄ no cromossorb 80/100 Mídia WAW (Supelco Inc., Bellefonte, PA).

4.2.7. Análise estatística

Os dados foram analisados de acordo com um estudo randomizado completo. Delineamento em blocos com medidas repetidas ao longo do tempo usando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC) da seguinte forma:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + D_j + Per_k + C_{l(i)} + D \times Per_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde Y_{ijkl} = variável dependente, μ = média geral, B_i = efeito fixo do i -ésimo bloco (par de vacas), D_j = efeito fixo da j -ésima dieta, Per_k = efeito fixo do k -ésimo período, $C_{l(i)}$ = efeito aleatório da 1ª vaca dentro do i -ésimo bloco, $D \times Per_{jk}$ = interação entre a j -ésima dieta e k -ésima período e ε_{ijkl} = erro (assumido distribuição normal com média = 0 e variância constante).

O comando SAS REPEATED foi utilizado para modelar variâncias residuais e, entre as estruturas de covariância testada (isto é, potência espacial, simetria composta, autorregressiva (1) e autorregressiva heterogêneo (1)), o menor critério de informação bayesiana foi retido no modelo final. Quanto a repetição, as medidas foram definidas como vacas agrupadas durante o tratamento. Todos os valores relatados são mínimos quadrados médios e usou-se o Teste de Tukey para ajustar a dos mínimos quadrados entre interações por período e dieta×período.

4.3. Resultados e Discussão

As composições nutricionais dos alimentos individuais (pré secados, concentrado e pellet) e ingredientes utilizados para fabricação do concentrado do pellet fornecidos aos animais são apresentados em Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Na matéria seca (MS) dos pré secados podemos observar uma diferença da alfafa corte 2 e 3 (42,7% e 48,9%) para o trevo vermelho corte 2 e 3 (75,7% e 32,3%), pois no

dia marcado para enfardar o trevo vermelho ocorreu uma chuva, o que atrasou o processo de enfardamento do trevo, ocasionando um aumento de MS principalmente no segundo corte.

A proteína bruta (PB) dos pré secados ficou semelhante para ambas espécies e nos dois cortes, indicando que as duas forrageiras são excelentes fontes de proteína para dieta de vacas em lactação.

Pode-se observar que a proteína solúvel dos pré secados das duas espécies tem uma diferença significativa, sendo que a alfafa apresenta 63 e 62% do total da proteína na forma solúvel e já no pré secado do trevo vermelho, esse valor diminui para 25,5 e 40,5% para os cortes 2 e 3, respectivamente.

Vários outros autores que investigaram a transformação de proteína em NNP durante a ensilagem, também observaram que no trevo vermelho a proteólise da massa ensilada era menor que nos demais tipos de forragens (PAPADOPOULOS e McKERSIE, 1983).

O trevo vermelho é uma forrageira que possui polifenol-oxidase (PPO), uma enzima presente no cloroplasto celular que catalisa a oxidação de compostos secundários em quinonas (LEE et al., 2013). Este composto bioativo é caracterizado por reduzir a degradação da proteína durante a ensilagem e no ambiente ruminal e a lipólise dos ácidos graxos poli-insaturados no rúmen (LEE et al., 2011; LEE, 2014; VANHATALO et al, 2009).

Como o volumoso era rico em PB, o concentrado utilizado para suplementar as vacas do experimento, foi a principal fonte de energia para as vacas, contendo 45,5% de amido na MS, sendo que os principais ingredientes que forneceram o amido na ração, foram o milho, cevada e trigo.

Tabela 3: Composição química e bromatológica dos pré secados de alfafa (ALF), trevo vermelho (TV), concentrado e pellet

| Item | ALF ¹ | ALF ² | TV ¹ | TV ² | CONC ⁶ | PELLET |
|--|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------|
| MS, % do alimento | 42,7 | 48,9 | 75,7 | 32,3 | 89,7 | 90,4 |
| MO % MS | 79,3 | 77,65 | 82,56 | 77,68 | 82,4 | 83,6 |
| PB % MS | 20,9 | 21,8 | 20,1 | 20,5 | 13,9 | 13,2 |
| Proteína Solúvel, % na PB | 63 | 62 | 25,5 | 40,5 | 21 | 23 |
| aFDN _{mo} ³ , % MS | 41 | 41,3 | 41,6 | 42,1 | 9,4 | 10,7 |
| FDA % MS | 31,7 | 33,1 | 29,9 | 33,7 | 5 | 5 |
| PIDN ⁴ % MS | 3,1 | 3,4 | 9,3 | 5,9 | 2 | 0,7 |
| PIDA ⁵ % MS | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 1,1 | 0,4 |
| Amido % MS | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 0,8 | 45,2 | 50,4 |
| CNF % MS | 21,3 | 22 | 24 | 24 | 64,2 | 62,9 |
| Ca % MS | 0,91 | 0,89 | 1,12 | 1,07 | 0,87 | 0,93 |
| P % MS | 0,4 | 0,41 | 0,36 | 0,35 | 0,52 | 0,52 |
| Mg % MS | 0,22 | 0,23 | 0,36 | 0,31 | 0,47 | 0,51 |
| K % MS | 3,78 | 3,81 | 3,27 | 3,14 | 0,63 | 0,65 |
| Na % MS | 0,011 | 0,009 | 0,003 | 0,003 | 0,868 | 1,071 |
| S % MS | 0,28 | 0,29 | 0,23 | 0,22 | 0,26 | 0,23 |
| Cl % MS | 0,14 | 0,22 | 0,23 | 0,39 | 0,8 | 0,89 |
| Fe, mg/kg na MS | 499 | 389 | 141 | 1,53 | 210 | 236 |
| Zn, mg/kg na MS | 32 | 34 | 35 | 34 | 134 | 132 |
| Cu, mg/kg na MS | 9 | 9 | 11 | 11 | 28 | 17 |
| Mn, mg/kg na MS | 48 | 50 | 38 | 59 | 88 | 81 |
| Mo, mg/kg na MS | 3,3 | 3 | 2,2 | 3,2 | 0,8 | 1 |

¹Segundo corte; ²Terceiro corte. ³aFDN_{mo} = determinado com amilase termo estável, sulfito de sódio e expresso sem cinzas residuais. ⁴PBIDN = proteína bruta insolúvel em detergente neutro. ⁵PBIDA = proteína bruta insolúvel em detergente ácido. ⁶CONC = concentrado

Tabela 4: Ingredientes utilizados na fabricação do concentrado e pellet comercial

| Ingredientes,% na mistura | Concentrado | Pellet |
|---------------------------|-------------|--------|
| Milho orgânico moído | 57,35 | 45,72 |
| Cevada orgânica moída | 14 | 15 |
| Farelo de soja orgânico | 9 | 2,9 |
| Linhaça orgânica | 4,5 | 8,15 |
| Farelo de trigo orgânico | 6 | 20 |
| Sal Branco | 1,13 | 1,23 |
| Magox 54% Mg | 0,4 | 0,5 |
| Dikal -16Ca 21P | 0,53 | - |
| Calcário 35.5Ca | 1,12 | 1,97 |
| Sulfato de Magnésio | 0,38 | - |
| Bicarbonato de sódio | 1,58 | 1,25 |
| Biotina 400mg/1b | 0,27 | 0,25 |
| Diamond v xpc green | 0,16 | - |
| Melasso Orgânico | 3 | 2 |
| Morrison premix-leite | 0,58 | 0,6 |
| Ab-20 | - | 0,4 |
| Sulfato de Potássio/Mg | - | 0,03 |

Observou-se diferença na ingestão de MS entre os pré secados ($P=0,045$), pois as vacas que recebiam o pré secado de alfafa apresentaram menos ingestão de MS que as vacas alimentadas com pré secado de trevo vermelho (Tabela 5). Esses resultados diferem dos observados por Broderick (2000), Broderick (2007), Brito (2007) e isso pode ser explicado devido a algum fator anti-nutricional ligado a ervas daninhas encontradas no pré secado de alfafa.

Houve efeito ($P=0,05$) do pré secado e do período quando comparados para produção de leite corrigido para 4% de gordura, onde o pré secado de alfafa produziu mais leite que o pré secado de trevo vermelho, sendo superior na quarta semana de coleta.

A produção de gordura (Kg/dia) também teve efeito ($P=0,05$) positivo para o pré secado de alfafa em comparação ao tratamento com o trevo vermelho.

Observou-se que o NUL do leite das vacas alimentadas com trevo vermelho foi inferior, quando comparado com o leite de vacas alimentadas com o pré secado de alfafa.

A composição dos ácidos graxos do leite foi influenciada pelos diferentes tratamentos (Tabela 6). O leite das vacas alimentadas com pré secado de trevo

vermelho, apresentou menor concentração de ácido palmítico (C16:0) e maiores concentrações dos ácidos linoléico/CLA (cis-9, cis-12 18:2), ácido (α -) linolênico (cis-9, cis-12, cis-15 18:3), total dos ácidos graxos de cadeia ramificada e o total dos ácidos graxos ômega 6 e 3.

A polifenol oxidase presente no pré secado trevo vermelho reduz a lipólise e, conseqüentemente, protege seus ácidos graxos (AG) contra a bio-hidrogenação por microrganismos ruminais. A bio-hidrogenação de ácidos graxos pode ser ainda mais inibida pela redução do suprimento de nitrogênio (N) às bactérias ruminais, isso é explicado pela diferença no fornecimento de N solúvel dos diferentes tratamentos (ADLER et al., 2013; BUCCIONI et al., 2012).

A alimentação com trevo vermelho, em comparação com a dieta com alfafa, diminuiu a concentração a ureia no plasma e no leite. Estes resultados podem estar associados com o menor desaparecimento ruminal efetivo de cis-9, cis-12 18:2 e cis-9, cis-12, cis-15 18:3 no pré secado de trevo vermelho e a menor abundância de bactérias ruminais capazes de hidrolisar lipídios alimentares e hidrogenar a AG poliinsaturados (*Ruminococcus albus* e *Ruminococcus flavefaciens*) no conteúdo ruminal (LEDUC et al., 2017).

Tabela 5. Efeito da alimentação com pré secado de alfafa (ALF) e pré secado de trevo vermelho (TV) na produção e composição do leite

| Item | semana 4 | | semana 7 | | SEM | P-value | | |
|------------------------------------|----------|--------|----------|--------|--------|----------------|------------|--------|
| | ALF | TV | ALF | TV | | Tratamento (T) | Semana (S) | T × S |
| IMS, ¹ kg/d | 19,8 | 21,9 | 19,7 | 21,5 | 0,6162 | 0,045 | 0,584 | 0,799 |
| Produção Leite, kg/d | 22,4 | 20,9 | 21,1 | 20,6 | 0,46 | 0,11 | 0,05 | 0,27 |
| PLC 4%, ² kg/d | 27,9 | 25 | 25,5 | 24,4 | 0,72 | 0,05 | 0,02 | 0,15 |
| LCE, ³ kg/d | 29,5 | 26,6 | 27,2 | 25,9 | 0,76 | 0,06 | 0,02 | 0,16 |
| Gordura, % | 5,61 | 5,32 | 5,36 | 5,27 | 0,1 | 0,18 | 0,03 | 0,13 |
| Gordura, kg/d | 1,26 | 1,11 | 1,13 | 1,08 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,13 |
| Proteína, % | 3,64 | 3,57 | 3,73 | 3,6 | 0,1 | 0,48 | 0,19 | 0,44 |
| Proteína, kg/d | 0,81 | 0,75 | 0,78 | 0,74 | 0,03 | 0,21 | 0,18 | 0,4 |
| Lactose, % | 4,72 | 4,73 | 4,66 | 4,71 | 0,02 | 0,23 | 0,1 | 0,55 |
| Lactose, kg/d | 1,05 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,02 | 0,21 | 0,03 | 0,23 |
| NUL, ⁴ mg/dL | 14,4a | 11,6b | 11,7a | 10,4b | 0,24 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Eficiência nitrogênio no leite (%) | 20,593 | 20,448 | 20,399 | 21,311 | 0,7962 | 0,6416 | 0,6794 | 0,5153 |

^{a,b} Diferença significativa entre as semanas. ¹IMS = ingestão de matéria seca. ² PLC = Leite corrigido para gordura. ³LCE = leite corrigido para energia. ⁴NUL = nitrogênio uréico no leite.

Tabela 6. Efeito da alimentação de dietas contendo pré secado de alfafa (ALF) e pré secado de trevo vermelho (TV) na proporção de ácidos graxos no leite (g/100g).

| Ácidos graxos | semana 4 | | semana 7 | | SEM | <i>P</i> -value | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-----------------|------------|--------|
| | ALF | TV | ALF | TV | | Tratamento (T) | Semana (W) | T × W |
| 04:0 | 5.63 | 5.59 | 5.61 | 5.55 | 0.15 | 0.81 | 0.64 | 0.86 |
| 06:0 | 3.00 | 3.00 | 2.95 | 2.94 | 0.05 | 0.90 | 0.02 | 0.74 |
| 08:0 | 1.63 | 1.62 | 1.56 | 1.57 | 0.03 | 1.00 | <0.001 | 0.66 |
| 10:0 | 3.68 | 3.61 | 3.47 | 3.42 | 0.10 | 0.67 | <0.001 | 0.78 |
| cis-9 10:1 | 0.33 | 0.32 | 0.31 | 0.30 | 0.01 | 0.56 | <0.01 | 0.77 |
| 12:0 | 4.24 | 4.01 | 3.94 | 3.77 | 0.13 | 0.29 | <0.001 | 0.57 |
| 14:0 | 11.7 | 11.7 | 11.7 | 11.4 | 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.10 |
| cis-9 14:1 | 0.85 | 0.81 | 0.84 | 0.79 | 0.05 | 0.52 | 0.45 | 0.83 |
| 16:0 | 32.2 ^a | 30.4 ^b | 32.9 ^a | 30.3 ^b | 0.53 | 0.02 | 0.01 | <0.001 |
| cis-9 16:1 | 0.98 | 0.90 | 0.98 | 0.92 | 0.06 | 0.38 | 0.33 | 0.63 |
| 18:0 | 11.4 | 12.6 | 11.2 | 12.8 | 0.44 | 0.04 | 0.95 | 0.18 |
| trans-10 18:1 | 0.15 | 0.19 | 0.19 | 0.21 | 0.01 | 0.01 | <0.001 | 0.38 |
| trans-11 18:1 | 1.12 | 1.15 | 1.20 | 1.20 | 0.07 | 0.92 | 0.02 | 0.58 |
| cis-9 18:1 | 13.8 | 14.3 | 13.7 | 14.7 | 0.35 | 0.12 | 0.27 | 0.21 |
| cis-9, cis-12 18:2 | 1.80 | 2.00 | 1.75 | 2.05 | 0.07 | 0.03 | 0.95 | 0.08 |
| cis-9, cis-12, cis-15 18:3 | 0.67 ^b | 0.85 ^a | 0.61 ^b | 0.87 ^a | 0.03 | <0.001 | 0.05 | <0.01 |
| trans-10, cis-12 18:2 CLA | 0.42 | 0.39 | 0.46 | 0.42 | 0.03 | 0.37 | <0.01 | 0.67 |
| Σ trans-18:1 | 1.90 | 1.99 | 2.05 | 2.07 | 0.09 | 0.66 | <0.01 | 0.35 |
| Σ cis-18:1 | 14.4 | 15.0 | 14.4 | 15.5 | 0.35 | 0.12 | 0.22 | 0.24 |
| Σ cadeia ímpar | 1.78 | 1.76 | 1.80 | 1.78 | 0.03 | 0.62 | 0.43 | 0.92 |
| Σ cadeia ramificada | 1.10 | 1.17 | 1.13 | 1.20 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.82 |
| Σ ω-6 | 2.20 | 2.43 | 2.14 | 2.48 | 0.07 | 0.02 | 0.85 | 0.09 |
| Σ ω-3 | 0.73 ^b | 0.93 ^a | 0.67 ^b | 0.95 ^a | 0.03 | <0.001 | 0.08 | <0.01 |
| ω-6/ω-3 | 3.04 ^a | 2.62 ^b | 3.22 ^a | 2.62 ^b | 0.03 | <0.001 | <0.01 | <0.01 |
| Σ <16-carbono | 31.1 | 30.6 | 30.4 | 29.8 | 0.25 | 0.11 | <0.001 | 0.64 |
| Σ 16-carbono | 33.1 ^a | 31.3 ^b | 33.9 ^a | 31.2 ^b | 0.58 | 0.02 | 0.01 | <0.01 |
| Σ 18-carbono | 30.8 | 32.8 | 31.1 | 33.5 | 0.51 | <0.01 | 0.06 | 0.49 |

^{a,b}Diferença significativa entre as semanas e tratamentos.

Houve diferença na segunda semana de coleta para arginina ($P=0.05$), onde as vacas que recebiam o pré secado de trevo vermelho apresentaram um aumento na concentração do mesmo no plasma (Tabela 7).

A concentração de histidina no plasma sanguíneo diferiu, onde as vacas que recebiam o pré secado de trevo vermelho apresentaram uma maior concentração em comparação as vacas alimentadas com pré secado de alfafa.

As proteínas chegam ao rúmen como compostos de elevado peso molecular que precisam ser degradados para que possam ser utilizadas pelos micro-organismos do rúmen e posteriormente pelo animal. A degradação inicial envolve a hidrólise das moléculas proteicas a oligopeptídeos, dipeptídeos e aminoácidos, através da ação de enzimas (proteases, peptidases e desaminases) secretadas pelas plantas ou pelos micro-organismos ruminais (KOZLOSKI, 2009). Como o trevo vermelho apresenta a enzima polifenol oxidase, que inibe as bactérias do rúmen a realizarem a proteólise, proporcionando dessa forma um maior aporte de PNDR para as vacas alimentadas com pré secado de trevo e explicando essa maior concentração de histidina no plasma sanguíneo.

A produção de metano entérico apresentou diferença entre os tratamentos na primeira semana de coleta, onde as vacas alimentadas com pré secado de alfafa tiveram uma maior produção de metano que as vacas alimentadas com pré secado de trevo vermelho (Tabela 9). Isso pode ser explicado devido a ingestão de MS do pré secado de alfafa ser maior que o pré secado de trevo vermelho.

Bactérias que digerem fibras que usam carboidratos estruturais, como celulose e hemicelulose produzem hidrogênio e esse é utilizado pelas metanogêneses para produção de metano. Portanto, é evidente que ocorre uma maior emissão de metano devido à maior digestão e fermentação de fibra alimentar, oriunda da maior ingestão de MS (KASUYA e TAKAHASHI, 2010) no pré secado de alfafa.

Tabela 7. Efeito da alimentação de dietas contendo pré secado de alfafa (ALF) e pré secado de trevo vermelho (TV) na concentração plasmática de amino ácidos essenciais em vacas leiteiras

| Amino ácidos | Semana 4 | | Semana 7 | | SEM | <i>P</i> -value | | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------|-----------------|------------|-------|
| | ALF | TV | ALF | TV | | Tratamento (T) | Semana (W) | T x W |
| Arginina | 82.7 | 77.2 | 76.1 ^b | 89.2 ^a | 4.36 | 0.41 | 0.54 | 0.05 |
| Histidina | 38.2 ^b | 52.8 ^a | 35.4 ^b | 57.4 ^a | 4.00 | <0.01 | 0.55 | 0.02 |
| Isoleucina | 152 | 153 | 135 | 155 | 9.05 | 0.37 | 0.30 | 0.18 |
| Leucina | 150 | 173 | 134 | 184 | 11.3 | 0.03 | 0.76 | 0.11 |
| Lisina | 96.5 | 90.0 | 89.6 | 100 | 6.13 | 0.76 | 0.76 | 0.14 |
| Metionina | 24.6 | 20.3 | 22.8 | 24.1 | 1.74 | 0.47 | 0.51 | 0.07 |
| Fenilalanina | 59.0 | 59.9 | 54.9 ^b | 66.2 ^a | 2.79 | 0.08 | 0.65 | 0.04 |
| Treonina | 110 | 103 | 98.6 | 99.9 | 8.44 | 0.81 | 0.13 | 0.42 |
| Triptofano | 44.7 | 40.6 | 40.9 | 43.8 | 2.06 | 0.81 | 0.84 | 0.03 |
| Valina | 269 | 289 | 237 ^b | 300 ^a | 15.3 | 0.06 | 0.24 | 0.03 |
| Total AACR ¹ | 572 | 615 | 506 | 639 | 34.9 | 0.07 | 0.38 | 0.07 |
| Total AAE ² | 1,027 | 1,059 | 924 ^b | 1,120 ^a | 53.1 | 0.11 | 0.59 | 0.05 |

^{a,b} Diferença significativa entre as semanas e tratamento. ¹AACR = amino ácidos de cadeia ramificada. ²EAA = amino ácidos essenciais.

Tabela 8. Efeito da alimentação de dietas contendo pré secado de alfafa (ALF) e pré secado de trevo vermelho (TV) na concentração plasmática de amino ácidos não essenciais em vacas leiteiras

| Amino ácidos | Semana 4 | | Semana 7 | | SEM | P-value | | |
|-------------------------|----------|-------|-------------------|-------------------|------|----------------|------------|-------|
| | ALF | TV | ALF | TV | | Tratamento (T) | Semana (W) | T x W |
| Alanina | 235 | 242 | 231 | 257 | 14.2 | 0.39 | 0.51 | 0.30 |
| Asparigina | 52.2 | 47.9 | 49.6 | 50.3 | 3.43 | 0.66 | 0.99 | 0.38 |
| Ácido aspártico | 1.43 | 1.30 | 1.62 | 1.37 | 0.16 | 0.34 | 0.23 | 0.59 |
| Citrulina | 79.3 | 85.1 | 75.8 ^b | 92.8 ^a | 3.14 | 0.01 | 0.30 | 0.01 |
| Cistina | 22.7 | 22.3 | 22.2 | 22.8 | 1.15 | 0.92 | 0.99 | 0.47 |
| Glutamina | 246 | 217 | 235 | 207 | 13.2 | 0.09 | 0.39 | 0.97 |
| Ácido Glutâmico | 57.3 | 53.6 | 59.8 | 55.5 | 1.86 | 0.11 | 0.12 | 0.81 |
| Glicina | 302 | 327 | 300 | 306 | 22.2 | 0.60 | 0.56 | 0.51 |
| Hidroxiprolina | 7.45 | 7.44 | 7.47 | 6.62 | 0.35 | 0.37 | 0.07 | 0.05 |
| Ortinina | 46.6 | 50.7 | 44.3 | 54.6 | 2.65 | 0.07 | 0.61 | 0.06 |
| Prolina | 85.5 | 90.8 | 78.6 | 95.6 | 4.88 | 0.10 | 0.74 | 0.08 |
| Serina | 99.8 | 85.9 | 94.7 | 87.6 | 7.16 | 0.28 | 0.68 | 0.42 |
| Taurina | 35.3 | 36.0 | 34.5 | 39.1 | 2.41 | 0.36 | 0.57 | 0.33 |
| Tirosina | 64.9 | 57.3 | 56.7 | 67.2 | 3.82 | 0.71 | 0.82 | 0.03 |
| Total AANE ¹ | 1,335 | 1,324 | 1,292 | 1,344 | 53.6 | 0.76 | 0.76 | 0.42 |

^{a,b} Diferença significativa entre as semanas e tratamentos. ¹AACR = amino ácidos de cadeia ramificada. ²EAA = amino ácidos essenciais.

Tabela 9. Efeito da alimentação de dietas contendo pré secado de alfafa (ALF) e pré secado de trevo vermelho (TV) na produção de metano, metano por produção de leite e produção de metano por litro de leite corrigido para energia

| Item | Semana 4 | | Semana 7 | | SEM | P-value | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|----------|------|------|----------------|------------|-------|
| | ALF | TV | ALF | TV | | Tratamento (T) | Semana (W) | T x W |
| Metano, g/d | 429 ^a | 373 ^b | 426 | 405 | 17.3 | 0.13 | 0.05 | 0.02 |
| Metano/IMS ¹ , g/kg | 21.7 | 19.1 | 22.8 | 21.6 | 2.12 | 0.53 | <0.01 | 0.18 |
| Metano/LCE ² , g/kg | 15.5 | 13.7 | 15.8 | 15.8 | 1.24 | 0.59 | 0.03 | 0.11 |

^{a,b} Diferença significativa entre as semanas e tratamentos. ¹Metano/IMS = gramas de metano por KG de ingestão de matéria seca. ²Metano/LCE = gramas de metano por KG de leite corrigido para energia.

4.4. Conclusão

O aumento da proporção de forragens de leguminosas em dietas leiteiras tem potencial para melhorar a ingestão de matéria seca e a produção de leite. Com base nos resultados do presente trabalho, a alfafa melhorou a produção de gordura do leite, enquanto o trevo vermelho reduziu o MUN, devido a melhor eficiência da utilização do nitrogênio com a enzima polifenol oxidase e melhorou os ácidos graxos ω -3 e a histidina plasmática.

Referências Bibliográficas

- ADLER, S. A. et al. Effect of silage botanical composition on ruminal biohydrogenation and transfer of fatty acids to milk in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, p.1135-1147, 2013.
- ANTAYA, N.T; SODER, K.J.; KRAFT, J.; WHITEHOUSE, N. L.; GUINDON, N. E.; ERICKSON, P. S.; CONROY, A. B.; BRITO, A. F., Incremental amounts of *Ascophyllum nodosum* meal do not improve animal performance but do increase milk iodine output in early lactation dairy cows fed high-forage diets. **Journal Dairy Science**. 98 :1991–2004. 2015.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. AOAC, Arlington, VA. 1990.
- BRITO, A. F., G. A. BRODERICK, J. J. OLMOS COLMENERO, AND S. M. REYNAL. Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on omasal flow and microbial protein synthesis in dairy cows. **Journal Dairy Science**. V.90, p.1392–1404. 2007.
- BRODERICK, G. A. An analysis of the relative value of lucerne and red clover silages for lactating cows. Pages 128–129 in Proc. 13th Int. Silage Conf. L. M. Gechie and C. Thomas, ed. Scottish Agricultural College, Auchincruive, Ayr, Scotland. 2002.
- BRODERICK, G. A., A. F. BRITO, AND J. J. OLMOS COLMENERO. Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**. V.90, p.1378–1391. 2007.
- BRODERICK, G. A., WALGENBACH, R. P., STERRENBURG, E. Performance of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage as the sole forage. **Journal Dairy Science**. V.83, p.1543–551. 2000.
- BUCCIONI, A. et al. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, p. 1-25, 2012.

- KASUYA, H. E TAKAHASHI, J. Methane Emissions from Dry Cows Fed Grass or Legume Silage. Asian-Australasian. **Journal Animal Sciences**. Vol. 23, No. 5:563 – 566. 2010.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2009, 216p.
- LEDUC M., GERVAIS, R., TREMBLAY, G.F.; CHIQUETTE, J., CHOUNARD, P.Y. Milk fatty acid profile in cows fed red clover- or alfalfa-silage based diets differing in rumen-degradable protein supply. **Animal Feed Science and Technology**. Vol. 223. 2017.
- LEE, M. R. F. et al. Plant-mediated lipolysis and proteolysis in red clover with diferente polyphenol oxidase activities. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1639– 1645, 2004.
- LEE, M. R. F., A. CABIDDU, F. HOU, V. NIDERKORN, E. J. KIM, R. FYCHAN, AND N. D. SCOLLAN. In vitro rumen simulated (RUSITEC) metabolism of freshly cut or wilted grasses with contrasting polyphenol oxidase activities. **Grass Forage Science**. 66:196–205. 2011.
- LEE, M. R. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. **Frontiers in Plant Science**. 694. 2014.
- LEE, M.R.F., TWEED, J.K.S., SULLIVAN, M.L. Oxidation of ortho-diphenols in red clover with and without polyphenol oxidase (PPO) activity and their role in PPO activation and inactivation. **Grass Forage Science**. V.68, 83–92. 2013.
- PAPADOPOULOS, Y. A., M. S. MCELROY, S. A. E. FILMORE, K. B. MCRAE, J. L. DUYINSVELD, and A. H. Fredeen. Sward complexity and grass species composition affects the performance of grass-white clover pasture mixtures. **Canadian Journal of Plant Science**. V.92, p.1199-1205. 2012.
- USDA-AMS (Agricultural Marketing Service). National Organic Program: Access to Pasture (Livestock). 7 CFR Part 205, Doc. No. AMS-TM-06–0198; TM-05–14FR. RIN 0581–AC57. Accessed Oct. 10, 2019. 2010. <http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5082652>.
- VALADARES, R. F. D., G. A. BRODERICK, S. C. VALADARES FILHO, AND M. K. CLAYTON. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal Dairy Science**. 1999.