

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-graduação**

**USO DE ÁCIDO ACÉTICO (VINAGRE DE MAÇÃ)
NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO:
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO LEITE.**

CÉSAR VICTOR BRANDÃO GONTIJO

Belo Horizonte - MG
Escola de Veterinária - UFMG
2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-graduação**

**USO DE ÁCIDO ACÉTICO (VINAGRE DE MAÇÃ)
NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO:
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO LEITE.**

CÉSAR VICTOR BRANDÃO GONTIJO

**Dissertação apresentada a Escola
de Veterinária da Universidade
Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para a obtenção
do grau de Mestre em Zootecnia
Área de concentração: Nutrição
animal
Orientador: Helton Mattana
Saturnino**

Belo Horizonte – MG
Escola de Veterinária – UFMG
2012

Dissertação defendida e aprovada dia 21/05/2012 pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Helton Mattana Saturnino
Orientador

Prof. Norberto Mário Rodriguez

Prof. Geraldo Sérgio Senra Carneiro Barbosa

AGRADECIMENTOS

À Deus nosso senhor por tudo que sou e serei, por me carregar nos braços, e me amar infinitamente.

Aos meus pais e irmãos pelo amor e suporte em toda minha jornada.

À namorada Natanaela pelo apoio, incentivo e carinho.

Aos professores Helton Mattana e Walter Motta, pela Orientação, ensinamentos e atenção durante o curso.

Aos professores e Funcionários do DTIPOA pela oportunidade da realização do curso, e auxílio nas análises do experimento.

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Zootecnia, principalmente aos do laboratório de nutrição animal, pelo apoio em minha formação e nas análises experimentais.

Aos amigos Evaldo e Samuel que me ajudaram muito nessa conquista.

Aos demais amigos e colegas da pós-graduação em Zootecnia pela ótima convivência.

“E ainda que eu possuísse o dom da profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.”

São Paulo

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | RESUMO..... | 09 |
| | ABSTRACT..... | 10 |
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2. | REVISÃO DE LITERATURA..... | 12 |
| 2.1 | VINAGRE DE MAÇÃ..... | 12 |
| 2.1.1 | Histórico e utilidades do vinagre..... | 13 |
| 2.1.2 | Relação ácido acético x AGV's do rúmen..... | 13 |
| 2.2 | INTERAÇÃO DIETA x COMPOSIÇÃO DO LEITE..... | 15 |
| 3. | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 16 |
| 3.1 | LOCAL E REBANHO..... | 16 |
| 3.2 | DIETAS EXPERIMENTAIS..... | 17 |
| 3.3 | PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO..... | 17 |
| 3.4 | COLETA DE AMOSTRAS E PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS..... | 18 |
| 3.4.1 | Análise bromatológica da dieta..... | 18 |
| 3.4.2 | Análises de leite..... | 19 |
| 3.4.3 | Análises de líquido de rúmen..... | 20 |
| 3.5 | EXPERIMENTO COMPLEMENTAR: CONSUMO DE MATÉRIA SECA..... | 21 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 21 |
| 4.1 | COMPOSIÇÃO DA DIETA..... | 21 |
| 4.2 | CONSUMO DE MATÉRIA SECA..... | 22 |
| 4.3 | PESO DOS ANIMAIS..... | 22 |
| 4.4 | pH RUMINAL..... | 22 |
| 4.5 | ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS..... | 23 |
| 4.6 | N-NH ₃ RUMINAL E NUL..... | 24 |
| 4.7 | PRODUÇÃO DE LEITE..... | 26 |
| 4.8 | COMPOSIÇÃO DO LEITE..... | 26 |
| 4.8.1 | Porcentagem de gordura no leite..... | 26 |
| 4.8.2 | Porcentagem de proteína no leite..... | 27 |
| 4.8.3 | Porcentagem de sólidos totais no leite..... | 28 |
| 4.8.4 | Produção gordura por dia..... | 29 |
| 4.8.5 | Produção de proteína por dia..... | 30 |
| 4.8.6 | Produção de sólidos totais por dia..... | 30 |
| 4.9 | QUALIDADE DO LEITE..... | 31 |
| 4.9.1 | Contagem Bacteriana Total (CBT)..... | 31 |
| 4.9.2 | Contagem de Células Somáticas (CCS)..... | 32 |
| 5. | CONCLUSÕES..... | 33 |
| 6. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 34 |

| LISTA DE TABELAS | | PÁG |
|-------------------------|---|------------|
| Tabela 1 | Proporção molar de ácidos graxos voláteis no rúmen, conforme a relação concentrado x volumoso. | 14 |
| Tabela 2 | DEL, IP e produção de leite dos animais ao início do Experimento. | 16 |
| Tabela 3 | Delineamento experimental. | 17 |
| Tabela 4 | Decomposição da ANAVA. | 18 |
| Tabela 5 | Análise bromatológica da dieta experimental. | 21 |
| Tabela 6 | Consumo médio de matéria seca (kg) no ensaio realizado pós experimento em delineamento em blocos. | 22 |
| Tabela 7 | Pesos iniciais e finais dos animais utilizados no ensaio. | 22 |
| Tabela 8 | Valores médios de contagem de células somáticas de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 32 |

| LISTA DE FIGURAS | | PÁG |
|-------------------------|--|------------|
| Figura 1 | Acetificador Frings Aço inoxidável | 12 |
| Figura 2 | Equipamento Milk Meter | 19 |
| Figura 3. | Esquema do recipiente utilizado para a coleta do líquido ruminal | 20 |
| Figura 4 | Valores médios de pH ruminal em vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã | 23 |
| Figura 5 | Valores médios de concentração de AGVs no líquido de rúmen de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de ácido acético (vinagre de maçã). | 24 |
| Figura 6 | Valores médios de nitrogênio amoniacal(N-NH ₃) no líquido de rúmen de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 24 |
| Figura 7 | Valores médios de nitrogênio urêico do leite (NUL) de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 25 |
| Figura 8 | Produção de leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 26 |
| Figura 9 | Porcentagem de gordura no leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 27 |
| Figura 10 | Porcentagem de sólidos totais(ST) no leite de vacas alimentadas com silagem de milho , concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 28 |
| Figura 11 | Produção de gordura no leite/ dia em vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 29 |
| Figura 12 | Produção média de proteína no leite por dia, de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 30 |
| Figura 13 | Produção média de sólidos totais no leite (kg/dia), de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 31 |
| Figura 14 | Valores médios de CBT (log ufc/ml) no leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã. | 32 |

RESUMO

Objetivando avaliar o uso de ácido acético (vinagre de maçã, 4% de acidez) na dieta de vacas leiteiras, foi realizado um experimento onde foram fornecidos diferentes volumes de vinagre (0, 30, 60, 90 e 120 ml/animal dia⁻¹) a cinco vacas Girolando com 80 dias em lactação (DEL), produzindo 18,7 kg de leite e pesando 517 kg. A dieta experimental básica continha silagem de milho como volumoso, e o concentrado baseado em milho e farelo de soja. O vinagre foi oferecido duas vezes ao dia, individualmente, misturado a 0,5 kg do concentrado. A forragem e o resto do concentrado foram oferecidos como uma mistura completa *ad libitum* duas vezes ao dia. O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino 5x5 e as respostas foram avaliadas pelo modelo de regressão linear à 5% de significância. A suplementação com vinagre de maçã causou efeitos lineares positivos aumentando a produção de leite ($p<0,05$), e as produções diárias totais de gordura ($p<0,05$), de proteína ($p<0,05$) e de sólidos totais ($p<0,05$). Houve efeito linear negativo na de contagem bacteriana total (CBT) no leite ($p<0,05$), onde a adição de 120ml de vinagre por animal resultou na menor CBT. Foi observado efeito linear negativo nas respostas pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal devido ao uso do vinagre de maçã. Os menores valores de pH e da concentração de N-NH₃ foram observados no tratamento com 120ml de vinagre/animal dia⁻¹. Houve ajuste significativo da regressão linear para os teores dos ácidos graxos voláteis acetato e propionato. Os resultados demonstraram que a suplementação de 120 ml de vinagre/animal, dia⁻¹ resultou no aumento da produção de leite, e como consequência nas produções diárias totais de gordura, proteína e sólidos, e que houve redução na CBT.

Palavras-chave: ácido acético, vinagre de maçã, proteína, gordura, sólidos totais.

ABSTRACT

To evaluate the use of acetic acid (apple cider vinegar, 4% acidity) in the diet of lactating cows, an experiment was conducted where different volumes of vinegar (0, 30, 60, 90 e 120 ml/animal dia⁻¹) were added to the diet. Five Girolando cows, 80 d in milk, producing 18 kg daily and weight 517,6 kg. The experimental diet was based on corn silage as forage and concentrate was based on ground corn and soybean meal. The vinegar was offered twice a day, individually, added to 0.5 kg of the concentrate. The forage and the other part of the concentrate were offered as a total mix ration *ad libitum* twice a day. The experimental design was a 5x5 Latin Square design and the responses were evaluated using a linear regression model to the 5 % significance. The supplementation with apple vinegar caused positive linear effects increasing the milk production ($p<0.05$), and the total daily productions of milk fat ($p<0.05$), milk protein ($p<0.05$) and total solids ($p<0.05$). There was a negative linear effect on the total bacterial count (TBC) of the milk, where the addition of 120 ml of vinegar resulted in the lowest TBC count. It was observed a negative linear effect on pH and ammonia nitrogen (N-NH₃) been the lowest values observed when 120 ml of vinegar was added. There was a significant adjustment of the linear regression for the volatile fatty acids acetate and propionate. The results showed that 120ml vinegar supplementation/cow day⁻¹ increased the milk production and as consequence there were increases in the total yield of milk fat, milk protein and milk solids and that was also observed a reduction in the TBC.

Key-words: acetic acid, apple cider vinegar, protein, fat, total solids.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos pode-se perceber que a produção de leite do Brasil se tornou mais eficiente, ou seja, a pecuária de leite tem se especializado e os animais estão produzindo mais por unidade de área, isto devido em parte aos avanços tecnológicos da Zootecnia e em especial no que diz respeito à nutrição animal.

O rebanho bovino é o maior responsável pela produção de leite no mundo. Por se tratarem de animais ruminantes, possuem três pré-estômagos (rúmen, retículo, omaso) e abomaso (estômago verdadeiro ou glandular), sendo que o rúmen possui uma importância relevante, pois é uma câmara fermentativa anaeróbica, onde se encontra uma grande população microbiana, responsável pela degradação da digesta.

A microbiota encontrada no rumem é extremamente diversificada e numerosa, e suas diferentes naturezas, ou mesmo mudanças populacionais, podem resultar em mudanças no suprimento de nutrientes para o ruminante hospedeiro (Teixeira, 1991)

Pela característica marcante que observamos da simbiose entre os ruminantes e os microorganismos ruminais, podemos notar a tamanha importância de obter um microambiente ruminal ideal para os microorganismos, para que o animal seja beneficiado pela atividade microbiológica adequada.

Um dos parâmetros estudados no ambiente ruminal é o pH, que interfere diretamente na população e na atividade da microbiota. O pH é influenciado por diversos fatores, porém a composição da dieta é o fator que mais influencia o pH do rúmen, como por exemplo: dietas ricas em carboidratos solúveis tendem a reduzir o pH ruminal. (Leng e Preston, 1976).

A utilização de pequenas quantidades de vinagre de maçã na dietas de vacas em lactação é empiricamente utilizada em alguns países como os Estados Unidos, e os produtores relatam ganhos em produção de leite, matéria gorda e redução de casos de mastite crônica (Senhor Viccino, 2012).

Dessa forma mesmo com pouquíssima literatura e pesquisas na área, há pesquisadores em nutrição animal interessados em estudar o que ocorre quando vacas leiteiras em lactação são suplementadas com vinagre de maçã.

Suspeita-se que a administração de vinagre de maçã na dieta dos animais venha a causar diferenças na biohidrogenação ruminal. Recentemente pesquisas têm mostrado que diferenças na biohidrogenação ruminal podem ser tão importante na síntese e na composição do leite quanto a proporção de AGV's no rúmen (Bauman et al., 2006)

Conjuntamente com as novas tecnologias na pecuária de leite, está surgindo uma demanda muito grande dos laticínios por melhor composição e qualidade do leite, e muitos laticínios já remuneram os produtores não só pela quantidade, mas também pela composição e qualidade do seu produto.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o uso do vinagre de maçã na dieta de vacas em lactação, e possíveis interferências na composição e na qualidade do leite.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 VINAGRE DE MAÇÃ

O vinagre é produzido por dois processos bioquímicos distintos, ambos resultantes da ação de microrganismos: a fermentação alcoólica, pela ação de leveduras sobre matérias-primas açucaradas e amiláceas e a fermentação acética, pela ação de bactérias aeróbias do gênero *Acetobacter* (Aquarone et al., 2001).

A fabricação de vinagre proporciona um meio de utilização de matéria-prima que não é aproveitada pelos estabelecimentos industriais de frutas, e especialmente de propriedades rurais, que de outra forma, não poderiam competir no mercado (Evangelista, 1989).

Os vinagres de frutas são considerados superiores em qualidades sensoriais e nutritivas, quando comparados a outros tipos de vinagres, apresentando características como sabor e aroma próprios. Sob o aspecto nutricional, têm vitaminas, ácidos orgânicos, proteínas e aminoácidos provenientes do fruto e da fermentação alcoólica (Aquarone et al., 2001).

O equipamento mais utilizado para a produção de vinagre em cultura submersa é conhecido pelo nome de acetificador de Frings, fabricado e patenteado pela Heinrich Frings-Bonn, Alemanha (Aquarone et al., 2001).

Observa-se na figura 1 o equipamento mais utilizado no Brasil para a produção de vinagres comerciais, dentre eles o vinagre de maçã que foi utilizado nesse experimento.



Figura 1 - Acetificador Frings Aço inoxidável,
Fonte Takemoto, (2000).

2.1.1 Histórico e utilidades do vinagre

O termo vinagre deriva do francês vinaigre, substantivo que designa vinho azedo (Sachs, 1990; Aquarone et al, 2001). Originalmente é obtido pela fermentação espontânea do vinho, outras bebidas fermentadas e de mostos de frutas deixados ao ar (Sachs, 1990; Aquarone et al., 2001).

A fermentação alcoólica seguida da acética se produz espontaneamente sobre qualquer substrato açucarado exposto ao pó e aos insetos que transportam leveduras e bactérias.

A acetificação também se realiza espontaneamente em vinhos e sidras de baixos teores de álcool expostos ao contato com o ar (Sachs, 1990).

O vinagre de maçã se destaca entre os outros tipos de vinagres por possuir grandes teores de potássio, fósforo, magnésio, enxofre, cálcio, flúor e silício. A presença destes componentes e do ácido málico fazem do vinagre de maçã um alimento com grande potencial medicinal (Richware, 2003).

Os povos antigos usavam o vinagre não só como condimento, mas também no preparo de bebidas, refrigerantes, na conservação de alimentos e até como medicamento e cosmético (Moretto et al., 1988).

Na antiga China, o jarro com vinagre era tido como símbolo da vida. Já há 5.000 anos, os egípcios, babilônios, indianos, gregos e persas conheciam a arte da fabricação do vinagre e sua versatilidade. O vinagre era mais do que um tempero picante para os alimentos, era o único meio de conservar a carne, o peixe e os legumes. Somente assim os alimentos perecíveis podiam ser transportados por longas distâncias (Heinig, 2000).

Não somente os legionários romanos, mas também os soldados, agricultores e viajantes, até a Idade Média, bebiam água com vinagre para matar a sede e para o bem de sua saúde (Heinig, 2000).

Existem relatos na Bíblia, de que uma esponja embebida em vinagre foi dada a Jesus, quando crucificado, para lhe aliviar a sede, pois o vinagre inibe as papilas gustativas temporariamente aliviando assim a sensação de sede por algum tempo,(Castelo, 2002).

2.1.2 Relação ácido acético x ácidos graxos voláteis (AGVs) do rúmen.

O rúmen fornece um ambiente favorável ao desenvolvimento contínuo da população microbiana, atuando como câmara de fermentação, pelos seguintes fatores: 1) temperatura entre 38 a 42°C (média de 39°C); 2) anaerobiose; 3) pH tampão variando entre 5,5 a 7,0(média de 6,8); presença de bactérias, protozoários e fungos; 4) suplemento de nutrientes e contínua remoção de digesta e dos produtos de fermentação; 5) outros: matéria seca entre 10 a 15%, gravidade específica entre 1,022 e 1,055, tensão superficial do líquido de 50 dinas/cm e pressão osmótica constante (Lana, 2005)

O ecossistema do rúmen consiste principalmente de bactérias (10^{10} - 10^{11} células/ml), protozoários (10^4 - 10^6 /ml), fungos anaeróbios (10^3 - 10^5 zoospóro/ml) e bacteriófagos (10^8 - 10^9 /ml) (Kamra, 2005).

O sinergismo e antagonismo de diferentes grupos de microrganismos e também de gêneros de um mesmo grupo são diversos e complicados. Os resultados destas relações no rúmen que é responsável pela bioconversão dos alimentos na forma que é utilizada pelo animal. A qualidade e quantidade dos produtos da fermentação são dependentes do tipo e atividade dos microrganismos no rúmen (Towne et. al., 1990).

O ácido acético, também denominado acetato, é encontrado no trato gastro intestinal assim como os outros AGVs dos ruminantes em quantidades variáveis, dependendo da dieta, da espécie, da idade, sexo, estágio fisiológico, dentre outros, e é originado tanto pela dieta quanto da síntese microbiana no rúmen (Kennelly e Glimm, 2000).

Sabe-se que a composição do leite de ruminantes é altamente influenciada pela dieta e pelos produtos resultantes da fermentação ruminal, como por exemplo, os AGVs. Dentre os principais AGVs (propionato, acetato e butirato), sabe-se que o acetato e o butirato, são os principais precursores da gordura do leite.

As pesquisas buscam métodos de ajustar as proporções ideais de AGV no rúmen, bem como reduzir o teor de nitrogênio amoniacal, que é indicativo de perda de nitrogênio (N) da dieta por fermentação, ou mesmo seu baixo aproveitamento.

A proporção de AGVs no rúmen, é influenciada pela dieta e pelo estado da população microbiana do rúmen (Ishler et al., 1998). As proporções ruminais de AGV são amplamente dependentes da quantidade de concentrado da dieta, visto que essa quantidade afeta diretamente o pH ruminal. Conforme mostrado a tabela 1, observa-se que a medida que os teores de celulose e hemicelulose aumentam em relação aos teores de carboidratos não fibrosos, a relação acetato:propionato também tende a aumentar.

Na tabela 1 podem ser observadas as proporções de AGVs no rúmen, conforme a relação concentrado x volumoso.

Tabela 1. Proporção molar de ácidos graxos voláteis em razão da relação concentrado x volumoso

| Relação volumoso:concentrado | Proporção molar (%) | | |
|---------------------------------|---------------------|------------|----------|
| | Acetato | Propionato | Butirato |
| 100:0 | 71,4 | 16,0 | 7,9 |
| 75:25 | 68,2 | 18,1 | 8,0 |
| 50:50 | 65,3 | 18,4 | 10,4 |
| 40:60 | 59,8 | 25,9 | 10,2 |
| 20:80 | 53,6 | 30,6 | 10,7 |

Fonte: PHILIPSON (1970).

Cerca de 50% dos precursores das moléculas de gordura sintetizadas na glândula mamária são gerados durante a fermentação ruminal. A porcentagem de gordura pode ser influenciada positivamente pelas altas concentrações de ácido acético e butírico, e negativamente pela porcentagem elevada de ácido propiônico, (Kennelly e Glimm, 2000), portanto fatores da dieta que estimulam a produção de ácido propiônico ou alteram a relação acetato - propionato interferem na síntese de gordura do leite, (Kennelly e Glimm, 2000).

2.2 INTERAÇÃO DIETA x COMPOSIÇÃO DO LEITE

A ingestão de matéria seca é um dos fatores determinantes do desempenho animal, sendo o ponto inicial para o ingresso de nutrientes, principalmente de energia e proteína, necessários para o atendimento das exigências de manutenção e produção, enquanto a digestibilidade e a utilização de nutrientes representam apenas a descrição qualitativa do consumo (Noller et al., 1997).

É necessário um entendimento dos efeitos da manipulação de dietas e da alimentação sobre a produção e composição do leite, e de acordo com Rosenthal (1991), a nutrição pode ser uma ferramenta para se alterar a composição do leite, porém a relação entre os constituintes do alimento e a composição do leite é complexa.

Segundo Kennelly (1996), o perfil de ácidos graxos da gordura do leite pode ser influenciado por uma série de fatores, como: grau de biohidrogenação ruminal, a composição de componentes não lipídicos da dieta, a influência da fonte de lipídios na síntese microbiana de AGVs e a síntese de novo na glândula mamária, o estágio de lactação, a atividade intestinal, e a atividade da glândula mamária.

O fornecimento de uma fonte de gordura poli-insaturada na dieta de animais ruminantes não significa que o mesmo será encontrado na carne ou no leite. Isto ocorre devido a uma modificação na conformação desses ácidos graxos por um mecanismo de proteção dos microrganismos ruminais, chamado de biohidrogenação, que hidrogeniza as duplas ligações formando gordura saturada (Palmquist & Mattos, 2006)

Segundo Bauman (2006) diferentes ácidos linoléicos conjugados (CLA), fornecidos ou biossintetizados no rúmen, interferem positivo ou negativamente no teor de gordura do leite, como por exemplo, o CLA trans-10, cis-12 é um potente inibidor da síntese de gordura do leite, sendo que apenas 2 gramas desse CLA por dia no rúmen é capaz de provocar uma redução de 20% na porcentagem de gordura do leite.

Allen, (1997) encontrou altas correlações entre pH ruminal e teor de gordura do leite, porém o mesmo autor cita que a fibra em detergente neutro (FDN) da dieta, por si só não está correlacionada ao pH ruminal, sendo que a quantidade de carboidratos solúveis da dieta está altamente correlacionada ao pH ruminal, porém Van Soest (1994) cita que existe correlação entre FDN e teor de gordura do leite, pois a qualidade da fibra é mais importante que a sua porcentagem na forragem.

As manipulações dietéticas podem provocar pequenas alterações nos teores de proteínas do leite mas são comparativamente menores que as alterações possíveis na concentração de gordura (Sutton, 1989). De acordo com Dhiman e Zaman(2001), as alterações nos teores de proteínas do leite devido à dieta são da ordem de 0,1 a 0,2%. Estes mesmos autores relatam que, se os sistemas de pagamento forem baseados na produção de proteína, a decisão de maximizar o retorno econômico deve ser fundamentada em aumentar a produção total de proteína, e não no aumento de sua concentração no leite

O teor de gordura do leite além de ser mais afetado pela dieta, também pode ser influenciado por alguns distúrbios metabólicos, como por exemplo, a acidose ruminal, que pode resultar na diminuição do teor butirométrico do leite, e é denominada como síndrome da gordura baixa no leite (low milk fat syndrome,) (Engvall, 1980).

Vale lembrar ainda que o pH ruminal baixo pode reduzir a digestibilidade da fibra e a produção microbiana no rúmen, e conseqüentemente diminuir a produção de leite e aumentar os custos. (Allen, 1997). As dietas devem ser formuladas tomando o cuidado de manter o pH ruminal médio em uma faixa considerada adequada (6,2 - 6,8), e a variação do pH deve ser minimizada através de um bom controle nutricional, evitando assim distúrbios ruminais e metabólicos. (Allen, 1997)

As concentrações moderadas de amônia no rúmen são importantes na síntese de proteína microbiana. Assim, Satter e Slyter (1974), e Collins e Pritchard (1992) verificaram que concentração de 5 a 8 mg% de N-NH₃ no líquido ruminal é suficiente para suportar a taxa máxima de crescimento das bactérias ruminais. Entretanto, estudos sugerem que a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana pode estar entre 15 a 20 mg% de N-NH₃ no líquido ruminal, dependendo da dieta (Leng e Nolan, 1984). Adicionalmente, Obara et al. (1991) relataram que a maior contribuição de amônia, normalmente, decorre da degradação pela atividade microbiana.

Em um ensaio realizado com 5 ovinos machos (Corriedale x Ideal) no delineamento em quadrado latino, recebendo 5 diferentes quantidades de vinagre de caqui (Diospros kaki L.), 0, 5, 10, 20 e 30 g/kg de concentrado, Shin et al.(2010), estudaram a interação do vinagre de caqui no consumo, digestibilidade e demais parâmetros ruminais, e observaram aumento no consumo de matéria seca(P<0,05), melhora na digestibilidade(P<0,05), houve diferenças significativas na concentração de N-NH₃ ruminal, sendo que o menor valor de N-NH₃ ocorreu com o tratamento 30g/kg de concentrado(P<0,05), não houve diferenças no pH ruminal(P>0,05), e houve aumento linear na concentração de acetato do rúmen, com o aumento da inclusão de vinagre na dieta(P<0,05).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL E REBANHO

O experimento foi realizado na Fazenda Zoró, de propriedade dos irmãos Gontijo, localizada no município de Conceição do Pará – MG, que conta com uma área física de 205ha, e um rebanho de animais girolando de média-alta produção. A produção média mensal de leite da propriedade gira em torno de 50.000 litros, e é a principal atividade de renda da empresa.

Os animais selecionados para o ensaio foram animais com dias em lactação (DEL) semelhantes, sendo a média de 80 dias ao início do experimento, e idade ao parto (IP) média de 4,5 anos. Pode-se observar, na tabela 2 abaixo, os valores de DEL, IP e produção de leite(l) dos animais ao início do experimento.

Tabela 2. DEL, IP e produção de leite dos animais ao início do experimento.

| Animais | DEL | IP | PRODUÇÃO |
|---------|-----|-----|----------|
| 1 | 77 | 4,5 | 17,0 |
| 2 | 79 | 5,0 | 20,7 |
| 3 | 83 | 5,0 | 15,8 |
| 4 | 90 | 4,5 | 19,5 |
| 5 | 71 | 3,5 | 20,8 |
| Média | 80 | 4,5 | 18,7 |

3.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

Foi utilizado um delineamento em quadrado latino 5x5, com cinco dietas (tratamentos), cinco animais, e cinco períodos.

As dietas experimentais utilizadas foram:

T1: Dieta controle (silagem de milho + concentrado + mistura mineral)

T2: Dieta controle + 30 ml de vinagre adicionado à 1kg de concentrado por animal-dia⁻¹

T3: Dieta controle + 60 ml de vinagre adicionado à 1kg de concentrado por animal-dia⁻¹

T4: Dieta controle + 90 ml de vinagre adicionado à 1kg de concentrado por animal-dia⁻¹

T5: Dieta controle + 120 ml de vinagre adicionado à 1kg de concentrado por animal-dia⁻¹

A quantidade diária de vinagre* de maçã (4% acidez) / animal foi fornecida de duas vezes, ou seja, a metade no horário da ordenha da manhã (05h00min), e a outra metade na ordenha da tarde (16h00min), adicionado a 500g de ração, da mesma forma o animal submetido ao tratamento sem vinagre também recebia 500g de concentrado na hora de cada ordenha. Após as ordenhas, as vacas tinham acesso à dieta constituída de silagem de milho e concentrado, e dessa forma todos animais recebiam a mesma quantidade de concentrado(8kg por animal/dia).

As vacas receberam individualmente os diferentes tratamentos, e durante os cinco períodos os quais foram constituídos de 13 dias de adaptação e um dia de pesagem e coleta do leite(14ºdia).

A dieta completa continha 16,1% de proteína, contando com a ração(milho e soja) oferecida na hora da ordenha. A mistura mineral foi oferecida *ad libitum*.

3.3 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Na tabela 3, observa-se o esquema do delineamento em quadrado latino e na tabela 4, a decomposição da análise de variância.

Tabela 4. Delineamento experimental

| Períodos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|--|-----|-----|-----|-----|
| Animais | Quantidade de vinagre de maçã utilizada (ml) | | | | |
| 1 | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| 2 | 30 | 60 | 90 | 120 | 0 |
| 3 | 60 | 90 | 120 | 0 | 30 |
| 4 | 90 | 120 | 0 | 30 | 60 |
| 5 | 120 | 0 | 30 | 60 | 90 |

*Vinagre de marca comercial Belmont, fabricante Belmont, S/A.

Tabela 4. Decomposição da Análise de Variância (ANAVA)

| Fonte de variação | Grau de Liberdade |
|----------------------------|--------------------------|
| Total | 24 |
| Tratamento | (04) |
| Efeito linear | 01 |
| Desvio da regressão | 03 |
| Animal | 04 |
| Período | 04 |
| Erro | 12 |

As análises foram realizadas utilizando o seguinte modelo matemático:

$Y_{ijk} = \mu + T_k + A_i + P_j + E_{ijk}$, em que:

Y_{ijk} = respostas ao tratamento k, do animal i, no período j;

μ = média geral

T_k = efeito do tratamento k; k = 0,30,60,90,120;

A_i = efeito do animal i; i = 1,2,3,4,5;

P_j = efeito do período j; j = 1,2,3,4,5;

E_{ijk} = erro aleatório associado à cada observação.

As respostas foram analisadas utilizando as seguintes metodologias estatísticas:

*Análise de variância, à 5% de significância, utilizando o software Sisvar 5.1(2006),

*Análise de regressão linear e seu o grau de ajuste, também utilizando o software Sisvar 5.1 (2006). Para avaliar especificamente a resposta contagem bacteriana total, as respostas foram transformados utilizando $\log_{10}x$, devido ao alto coeficiente de variação (CV), que anteriormente era 111,26% e após a transformação o CV foi 26,69%.

3.4 COLETA DE AMOSTRAS E PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

3.4.1 Análise bromatológica da dieta

Foram coletadas amostras da dieta total (silagem de milho + concentrado, inclusive o fornecido na ordenha), no início do experimento, essas alíquotas foram misturadas e dessa mistura foi retirada uma amostra representativa de 500 gramas da dieta total, e essa amostra foi congelada à -10°C , e encaminhada ao laboratório de nutrição animal da EV-UFMG, onde foi feita a análise bromatológica em triplicata cerca de 7 dias após a coleta .

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), e fibra em detergente ácido (FDA), da dieta foram analisados pelo método de Van Soest et. al., (1991), e os resultados foram dados pelo cálculo da média dos resultados das repetições (triplicata).

3.4.2 Análises de Leite

A pesagem do leite dos animais, bem como a retirada das amostras foram realizadas utilizando o aparelho medidor (Milk Meter) nas duas ordenhas feita no dias das coletas, para obter uma amostra representativa do dia. O aparelho que foi acoplado na ordenhadeira de circuito fechado, é graduado com intervalos de 0,1 litro como mostrado na figura 2.



Figura 2. Equipamento Milk Meter

Fonte: Arquivo próprio

As amostras de leite para a análise de composição e contagem de células somáticas (CCS) foram colocadas em frascos de 50ml contendo um comprimido de conservante bronopol, e as amostras de leite para contagem bacteriana total (CBT) foram coletadas em frascos estéreis de 50ml com um comprimido de agente bacteriostático, sendo em seguida resfriadas à uma temperatura de 5°C, e enviadas para o laboratório do Departamento de Tecnologia e Inspeção de produtos de Origem Animal (DTIPOA, EV-UFMG).

As análises dos teores de gordura, proteína, sólidos totais, e nitrogênio urêico (NUL), foram realizadas utilizando o aparelho Datascope, fabricado pela Delta Instruments, que por espectrofotometria, é capaz de medir diferentes componentes que são visíveis no espectro do leite.

A contagem de células somáticas (CCS), também foi realizada utilizando o equipamento Somascope, fabricado pela Delta Instruments.

Contagem bacteriana total (CBT), foi realizada no aparelho Bactocount, de marca Bentley.

Os resultados encontrados nas amostras de leite das ordenhas (manhã e tarde) foram ponderados de acordo com a produção de leite de cada ordenha, e dessa forma as respostas são representativas da produção diária total de leite.

As respostas produção de gordura, proteína e sólidos totais (ST) por dia, foram calculadas multiplicando a porcentagem diária de gordura, proteína e ST do leite pela produção diária de leite de cada animal.

3.4.3 Análises de líquido de rúmen

Para a determinação da concentração de amônia (N-NH₃), pH e concentração de AGVs no líquido ruminal, as amostras foram colhidas utilizando uma sonda ruminal (mangueira de silicone 3/8) adaptada à um recipiente plástico próprio para coleta de líquido intestinal humano, porém adaptado para líquido de rúmen. Foi utilizado o vácuo da bomba de vácuo da ordenhadeira. Na figura 3, pode-se observar a ilustração esquemática do recipiente utilizado para coletar o líquido de rúmen.

Foi retirada uma alíquota de aproximadamente 50ml de líquido ruminal por animal.

Para a coleta de líquido ruminal, os animais foram imobilizados e a sonda foi passada via nasal até o rúmen.

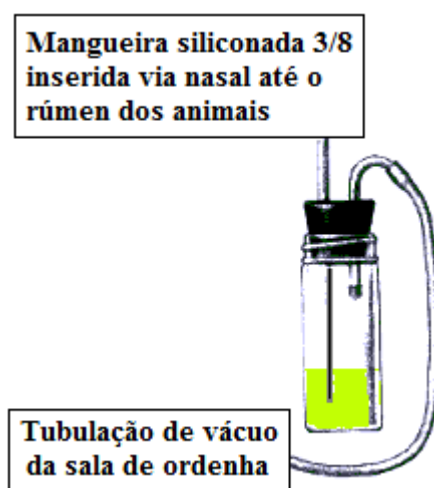


Figura 3. Esquema do recipiente utilizado para a coleta do líquido ruminal

As amostras do líquido ruminal foram colhidas em todos os animais após a ordenha da tarde, antes da alimentação dos animais, ao final de cada período experimental. O líquido ruminal foi filtrado em gaze, sendo que imediatamente após o pH foi avaliado, utilizando um pHmetro portátil de marca Sensoglass, modelo Sp 769 T.

Dois ml do líquido ruminal foram acondicionados em frascos de vidro contendo 0,4 ml de ácido metafosfórico para a mensuração dos AGVs. Outra alíquota de 5ml foi armazenada com 4 gotas de ácido sulfúrico (50%) para a dosagem do teor de nitrogênio amoniacal. As amostras foram armazenadas pré-análise à -20°C.

Ao final do ensaio, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, para a análise laboratorial dos parâmetros estudados.

A concentração de N-NH₃ foi medida após a centrifugação do líquido ruminal durante 10 minutos à 8.400 g, utilizando-se destilação com óxido de magnésio, e ácido bórico como uma solução receptora e ácido clorídrico 0,01N na titulação.

As análises dos AGVs foram realizadas utilizando cromatografia de fase gasosa. As alíquotas de líquido de rúmen foram descongeladas e centrifugada durante 15 minutos à 8.400g para a precipitação da fase sólida, logo após, a fase líquida foi filtrada em uma membrana de Polyvinylidene fluoride (PVDF) de 0,45 micrômetros com o objetivo de preservar a coluna do cromatógrafo, que utiliza como gás de arraste o H₂.

Os resultados de concentração de AGVs foram dados de acordo com a área(integral definida) abaixo da curva traçada pelo aparelho.

3.5 ENSAIO COMPLEMENTAR: CONSUMO DE MATÉRIA SECA

Foi realizado um segundo ensaio na propriedade, com o objetivo de avaliar o consumo médio de matéria seca (MS) pelos animais, e nesse ensaio foram utilizados 30 animais girolando, com produção média de 18,5 litros de leite por dia, sendo que esses animais foram submetidos à dois diferentes tratamentos: um formulado com silagem de milho e concentrado; e outro com silagem de milho, concentrado e 100 ml de vinagre de maçã por animal, dia⁻¹.

Foi utilizado o delineamento em blocos, onde os 30 animais receberam durante 13 dias o tratamento sem vinagre, e no 14^o foi estimado o consumo médio pela diferença entre o peso total de alimento fornecido ao lote de animais, menos as sobras do dia. Foi realizado o mesmo procedimento no tratamento que fornecia 100ml de vinagre de maçã.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPOSIÇÃO DA DIETA

De acordo com a análise bromatológica da dieta completa realizada no laboratório de nutrição animal, EV-UFMG, encontrou-se o valor de proteína bruta na matéria seca de 16,1% como pode-se observar na tabela 5.

Tabela 5. Análise bromatológica da dieta experimental

| Nutriente | Composição |
|-----------------------------|-------------------|
| Matéria seca(%MS) | 51,4 |
| Proteína bruta (%MS) | 16,1 |
| Extrato etéreo (%MS) | 3,7 |
| FDA (%MS) | 21,3 |
| FDN (%MS) | 36,4 |
| MM (%MS) | 4,5 |

A dieta experimental foi balanceada com valor constante de proteína visando suprir os requisitos nutricionais dos animais de acordo com o NRC (2001), e a alimentação foi fornecida à vontade.

4.2 MENSURAÇÃO DO CONSUMO DE MATÉRIA SECA

Não foram observadas diferenças significativas no consumo de matéria seca (MS) entre os tratamentos realizados no ensaio complementar, e os resultados são demonstrados na tabela 6.

Os valores de consumo médio de matéria seca foram 20,4 e 20,55 kg/animal/dia nos tratamentos sem e com adição de 100 ml vinagre/animal, respectivamente.

Tabela 6, Consumo médio de matéria seca (CMS,kg) no ensaio realizado pós experimento.

| | Quantidade de vinagre de maçã | |
|-----|-------------------------------|--------|
| | 0 ml | 100 ml |
| CMS | 20,4 | 20,55 |

4.3 PESO DOS ANIMAIS

Foi observado durante o ensaio que a média de peso dos animais aumentou (174g/animal/dia).

Pode-se observar na tabela 7 os pesos dos animais no início e no final do experimento.

Tabela 7. Pesos iniciais e finais dos animais utilizados no ensaio.

| Animal | Peso Inicial | Peso Final |
|--------|--------------|------------|
| 1 | 523 | 531 |
| 2 | 504 | 521 |
| 3 | 496 | 516 |
| 4 | 557 | 562 |
| 5 | 508 | 519 |
| Média | 517,6 | 529,8 |

4.4 pH RUMINAL

Foi constatado que houve ajuste significativo da regressão linear para pH ruminal, indicando que houve um decréscimo de 0,002 no pH para cada ml de vinagre adicionada na dieta, ($P > 0,05$), e na figura 4 observa-se a curva de regressão linear.

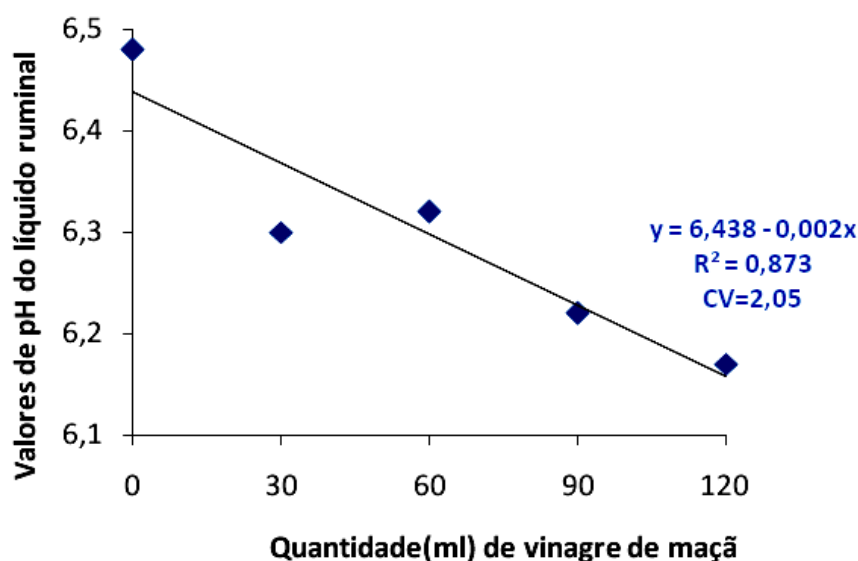


Figura 4. Valores médios de pH ruminal em vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

O vinagre de maçã promoveu uma ligeira queda de pH do líquido ruminal (4,7% entre os tratamentos 0ml e 120ml), Esta diminuição do pH ruminal não foi observada por Shin et al (2010), que suplementou ovinos com diferentes quantidades de vinagre de caqui.

A redução do pH ruminal observada neste experimento é considerada baixa, e teoricamente não trás transtornos metabólicos aos animais, pois segundo Hoover(1986), a faixa de pH ideal para a ótima digestão da fibra varia de 6,2 a 7,0.

4.5 ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS

A concentração média de acetato aumentou significativamente com a inclusão gradativa de ácido acético (vinagre de maçã)($P < 0,05$), $CV = 8,52$, enquanto que a concentração de propionato reduziu linearmente($P < 0,05$), $CV = 12,19$ e não houve mudança nas concentrações de butirato entre os tratamentos($P > 0,05$), $CV = 6,23$.

A equação de regressão linear da concentração média de AGVs entre os tratamentos, foi plotada no gráfico ilustrado pela figura 5.

O aumento linear das concentrações de ácido acético no líquido ruminal está diretamente associado à suplementação gradativa do ácido acético 4% pelo vinagre de maçã, já o comportamento inverso aconteceu com a curva de concentrações de propionato com quantidades crescentes de suplementações com vinagre de maçã.

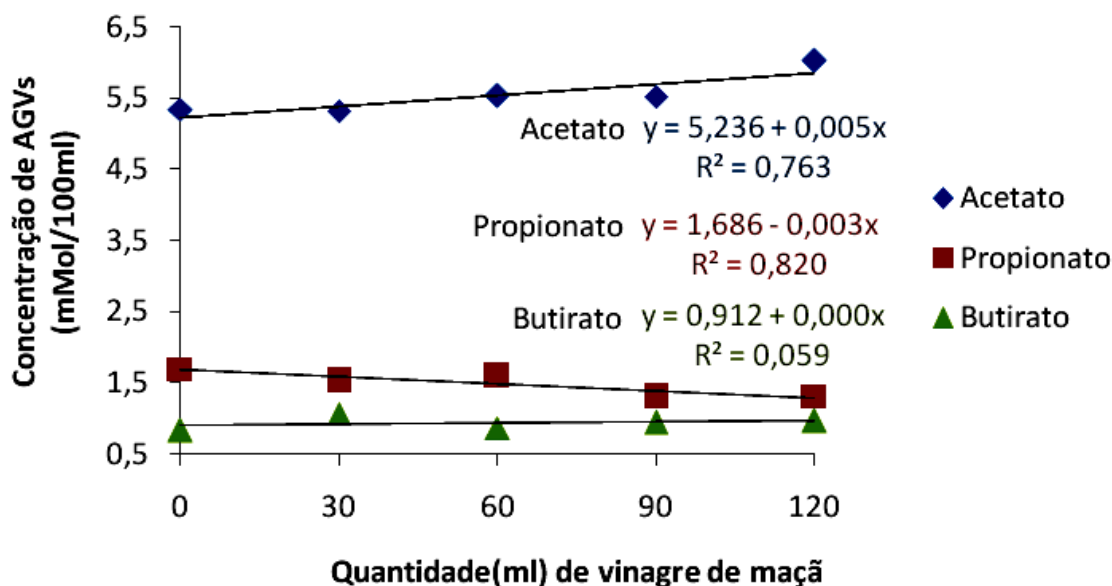


Figura 5. Valores médios de concentração de ácidos graxos voláteis (AGVs) no líquido de rúmen de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de ácido acético (vinagre de maçã).

O aumento linear significativo do acetato com a suplementação de vinagre de maçã foi observado por Shin et al, (2010), onde ovinos suplementados com vinagre de caqui apresentaram maiores teores de acetato no rúmen ($P < 0,05$), porém os autores não encontraram variações significativas nas concentrações ruminais de propionato e butirato ($P > 0,05$).

4.6 Nitrogênio amoniacal do rúmen (N-NH₃) e nitrogênio urêico do leite (NUL).

Observa-se na figura 6, o resultado da adição de vinagre de maçã na concentração de N-NH₃ ruminal, e na figura 7 o resultado da adição do vinagre de maçã no nitrogênio urêico do leite.

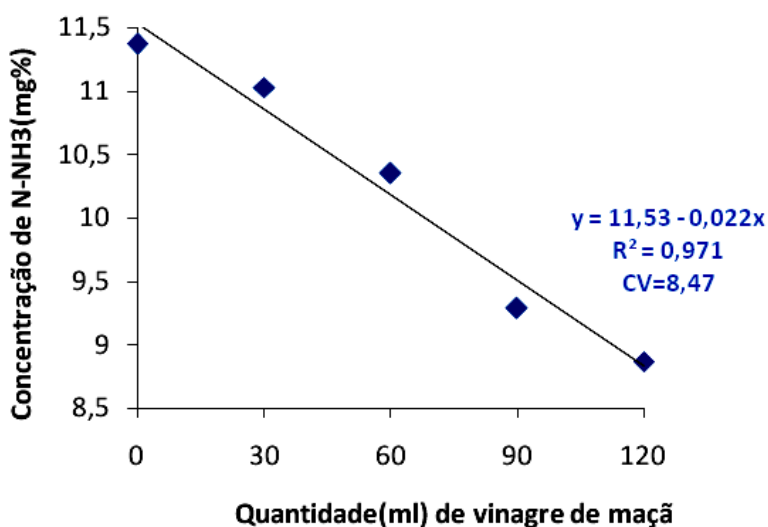


Figura 6. Valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido de rúmen de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

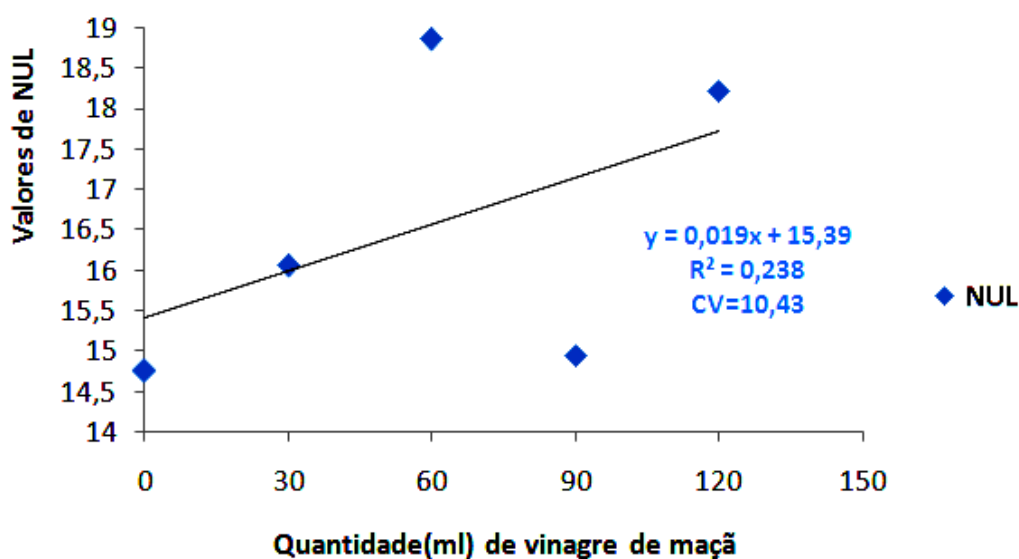


Figura 7. Valores médios de nitrogênio urêico do leite (NUL) de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Houve ajuste significativo da regressão linear para a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido de rúmen, indicando que houve um decréscimo de 0,022% de N-NH₃ para cada ml de vinagre adicionada, (P<0,05). Foi observado ainda que o R² da equação de regressão linear, foi de 97,1%, ou seja, a curva é um bom preditor para N-NH₃.

A concentração de N-NH₃ no rúmen foi inversamente proporcional à quantidade de vinagre de maçã na dieta, sendo que o menor valor de amônia foi encontrado no tratamento que utilizou 120 ml de vinagre de maçã/animal/dia.

Estudos sugerem que a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana pode estar entre 15 a 20 mg% de N-NH₃ no líquido ruminal, dependendo da dieta (Leng e Nolan, 1984). Entretanto Satter e Slyter (1974), e Collins e Pritchard (1992) verificaram que concentração de 5 a 8 mg% de N-NH₃ no líquido ruminal é suficiente para suportar a taxa máxima de crescimento das bactérias ruminais, e dessa forma os valores de N-NH₃ encontrados nos diferentes tratamentos podem ser considerados satisfatórios (entre 8,87 e 11,37mg%)

Erfle, (1982) cita que a concentração de N-NH₃ tem correlação positiva com o pH ruminal e dessa forma acredita-se que a queda da [N-NH₃] é devida à ligeira queda do pH ruminal. Novos estudos referentes à digestibilidade real da matéria orgânica devem ser realizados para maior compreensão dos resultados.

Não houve ajuste significativo da equação de regressão linear para a resposta NUL, e dessa forma não houve correlação entre a suplementação de vinagre e a quantidade de NUL. Embora alguns autores encontrem correlação entre N-NH₃ ruminal e NUL, a mesma não foi observada no presente ensaio.

4.7 PRODUÇÃO DE LEITE

Foi estimada a equação de regressão linear $Y = 18,62 + 0,022X$, sendo 18,62 a produção média estimada, e X a quantidade (ml) de vinagre adicionada à dieta, que gerou a curva de regressão linear representada na figura 8.

Houve ajuste significativo da regressão linear para produção de leite, indicando que há um acréscimo de 0,022 litros de leite para cada ml de vinagre adicionado na dieta ($P < 0,05$).

Foi observado que o tratamento que forneceu 120 ml de vinagre promoveu o maior aumento na produção de leite, ou seja, um incremento médio de 14,92%, quando comparado ao tratamento sem vinagre.

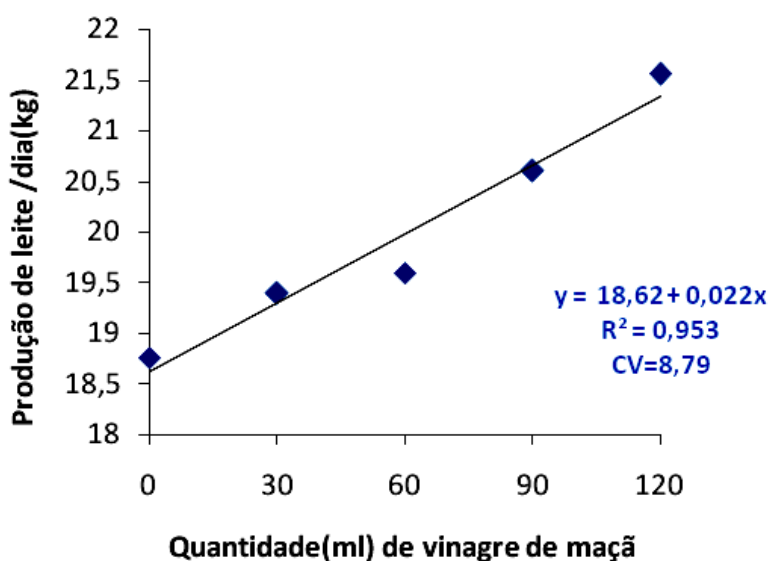


Figura 8. Produção de leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Acredita-se que o aumento da produção de leite com o uso do vinagre de maçã se deve a redução do N-NH₃ ruminal, e como consequência o melhor aproveitamento da proteína da dieta, ou mesmo por melhoras na digestibilidade da matéria orgânica, de forma semelhante ao ocorrido no experimento de Shin et al. (2010), que no ensaio com ovinos, suplementados com vinagre de caqui (*Diospros kaki* L.), observaram melhoras na digestibilidade da matéria orgânica.

4.8 COMPOSIÇÃO DO LEITE

4.8.1 Porcentagem de gordura no leite

Não houve ajuste significativo da regressão linear para porcentagem de gordura do leite, devido à alta variação individual das respostas, sendo que a resposta apresentou 8% de significância, porém foi observada uma tendência de aumento do teor butirométrico do leite, à medida que a quantidade de vinagre de maçã aumentou.

Podemos observar na figura 9 a tendência de aumento dos teores de gordura do leite com o aumento da quantidade de vinagre de maçã incorporado à dieta.

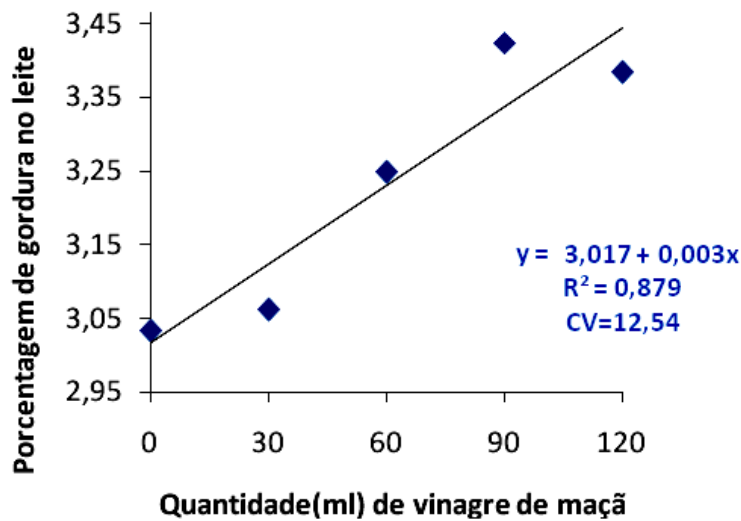


Figura 9. Porcentagem de gordura no leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

O incremento na porcentagem de gordura pode ser devido ao maior teor de acetato no rúmen, que é um importante precursor da gordura do leite. (Kennelly e Glimm, 2000), ou mesmo por possíveis alterações na biohidrogenação ruminal, que pode ter ocorrido devido à ligeira redução do pH ruminal.

Maynard et al.(1984) cita que de maneira geral, a porcentagem de gordura do leite aumenta gradualmente ao longo dos dias em lactação (DEL) e é inversamente proporcional à produção de leite.

4.8.2 Porcentagem de proteína no leite

Não ocorreu ajuste significativo da regressão linear para porcentagem de proteína, ($P > 0,05$). Porém observou-se um pequeno incremento de 0,068% na porcentagem de proteína com o uso de 120 ml de vinagre de maçã, em relação à dieta sem vinagre, $CV = 2,05$.

De acordo com Rosenthal (1991), mudanças na dieta geralmente não causam diferenças expressivas na porcentagem de proteína do leite (0,1 à 0,2%), e dessa forma, acredita-se que a ausência de diferenças significativas na porcentagem de proteína seja devido à essa baixa variação(0,068%).

Concordando com Rosenthal (1991), pesquisadores como Palmquist(1991), Wu e Ruber (1994), Rabello (1996), e Silva (1997), não encontraram diferenças significativas no teor de proteína do leite quando suplementaram vacas com diferentes formas e teores de ácidos graxos.

4.8.3 Porcentagem de sólidos totais no leite

Houve ajuste significativo da regressão linear para porcentagem de sólidos totais no leite, indicando que há um acréscimo de 0,004% de sólidos totais para cada ml de vinagre de maçã adicionado à dieta ($P < 0,05$).

A maior porcentagem de sólidos totais foi observada no tratamento que forneceu 120 ml de vinagre de maçã/animal, dia⁻¹, no qual observou-se um incremento médio de 3,59% na porcentagem de sólidos totais, quando comparado ao tratamento sem vinagre.

A curva de regressão linear que ilustra os valores médios de porcentagem de sólidos totais segundo o tratamento, é ilustrada na figura 10.

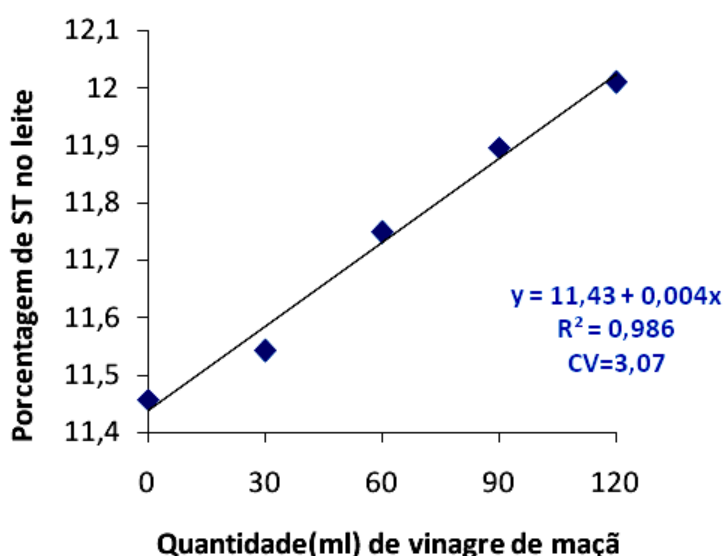


Figura 10. Porcentagem de sólidos (ST) totais no leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Observou-se que o teor de sólidos totais do leite aumentou linearmente com o aumento do fornecimento do vinagre, devido ao aumento observado na porcentagem de gordura, como observado por Mayer et al. (2006), em que encontraram correlação alta e positiva da porcentagem de gordura com a porcentagem de sólidos totais.

4.8.4 Produção de gordura por dia

Houve ajuste significativo da regressão linear para produção de gordura, indicando que há um acréscimo de 1g de gordura para cada 1ml de vinagre de maçã adicionado na dieta ($P < 0,05$).

A maior produção de gordura/dia foi observada no tratamento que forneceu 120 ml de vinagre de maçã na dieta por dia, ou seja um incremento médio de 26,93% na produção total de gordura quando comparado ao tratamento sem vinagre de maçã. Este tratamento foi o responsável pela maior produção de leite, o que explica a maior produção total de gordura.

Na figura 11 observa-se a curva de regressão linear, elaborada pela equação de regressão linear.

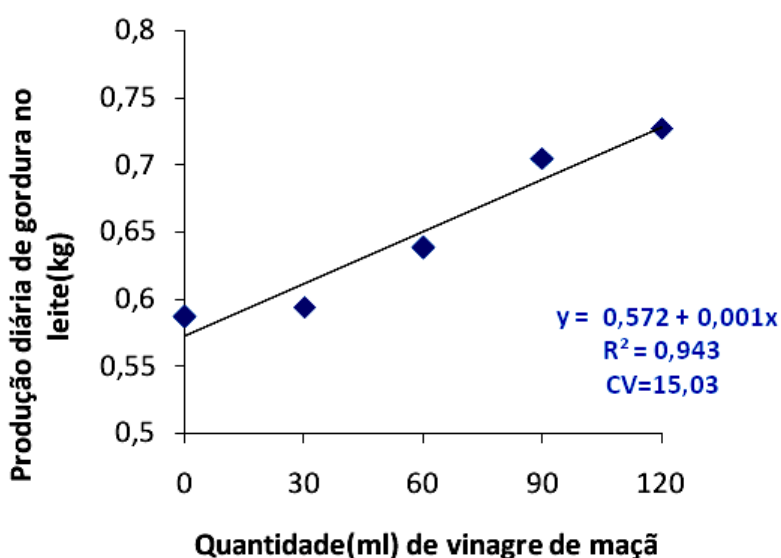


Figura 11. Produção de gordura no leite/ dia em vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Grande parte da contribuição no aumento da produção de gordura dos tratamentos com vinagre de maçã, foi devido ao aumento na produção de leite. A variável produção de leite é consideravelmente mais efetiva na produção total de gordura, do que a variável porcentagem de matéria gorda do leite. (Maynard et al., 1984).

Acredita-se que outra parte do aumento da produção de gordura, seja em virtude de mudanças no perfil de AGVs no líquido ruminal, pela inclusão de ácido acético na dieta, concordando com Kennelly et al., (2000) que cita que a quantidade de gordura no leite é influenciada positivamente pelas altas concentrações molares de ácido acético e butírico.

4.8.5 Produção de proteína por dia

Houve ajuste significativo da regressão linear para produção de proteína/dia, indicando que há um acréscimo de 0,1g de proteína para cada 1ml de vinagre de maçã adicionado na dieta ($P < 0,05$).

A maior produção de proteína/dia foi observada no tratamento que forneceu 120 ml de vinagre de maçã na dieta por dia, ou seja, um incremento médio de 19,63% na produção de proteína quando comparado ao tratamento sem vinagre de maçã. Este tratamento foi o responsável pela maior produção de leite, o que explica a maior produção total de proteína.

Na figura 12 observa-se a curva de regressão, para produção média diária de proteína no leite.

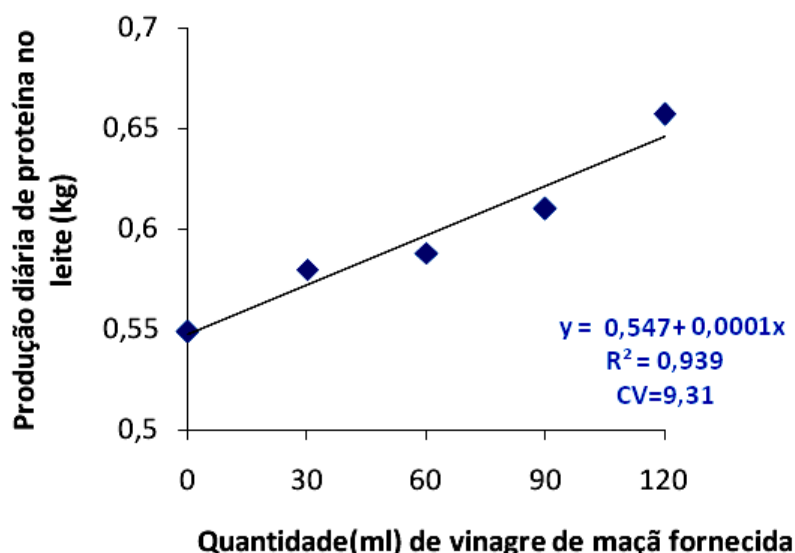


Figura 12. Produção média de proteína no leite por dia, de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Como não houve ajuste significativo da regressão linear para porcentagem de proteína, admite-se que o incremento na produção diária de proteína, é devido principalmente ao aumento da produção diária de leite.

4.8.6 Produção de sólidos totais (ST) por dia

Houve ajuste significativo da regressão linear para produção de sólidos totais por dia, indicando que há um acréscimo de 3 g de sólidos totais para cada 1ml de vinagre de maçã adicionado na dieta ($P < 0,05$).

A maior produção de sólidos totais por dia foi observada no tratamento que fornecia 120 ml de vinagre de maçã na dieta por dia, ou seja um incremento médio de 20,22% na produção de ST quando comparado ao tratamento sem vinagre de maçã.

Na figura 13 é ilustrada a curva de regressão, para produção média de sólidos totais no leite.

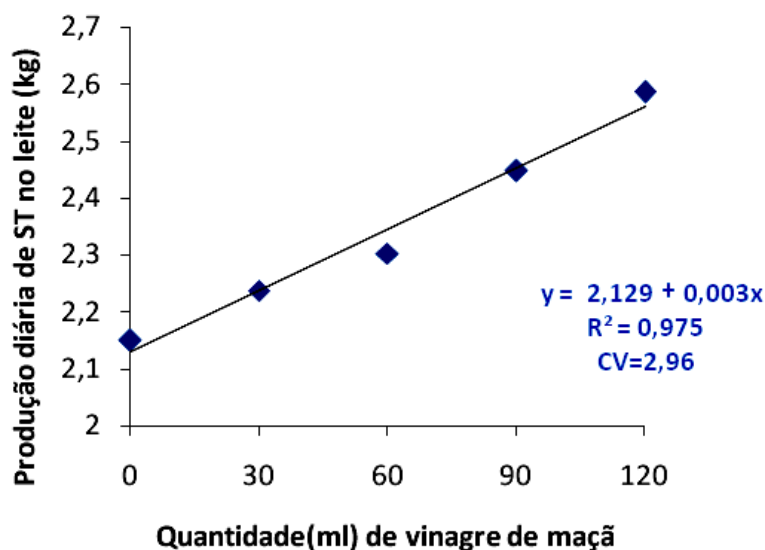


Figura 13. Produção média de sólidos totais no leite (kg/dia), de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Da mesma forma que as respostas anteriores (Produção de proteína e gordura) a produção de sólidos totais foi principalmente afetada pelo aumento significativo da produção de leite e também pelo aumento na porcentagem de sólidos totais.

É difícil comparar os dados obtidos nesse ensaio com outros trabalhos, devido ao fato de ser uma pesquisa inédita, e dessa forma, novas pesquisas deverão ser feitas para esse fim.

4.9 QUALIDADE DO LEITE

4.9.1 Contagem Bacteriana Total (CBT)

Foi realizado o teste de regressão linear para descrever o comportamento da resposta CBT, e houve ajuste significativo da regressão linear para CBT ($P < 0,05$).

Houve correlação inversa da quantidade de suplementação de vinagre de maçã com a CBT média do leite, sendo que o menor valor de CBT foi encontrado no tratamento que forneceu 120 ml de vinagre de maçã por animal/dia

Na figura 14 é ilustrada a curva de regressão linear da resposta e também mostrado os valores de CBT nos diferentes tratamentos.

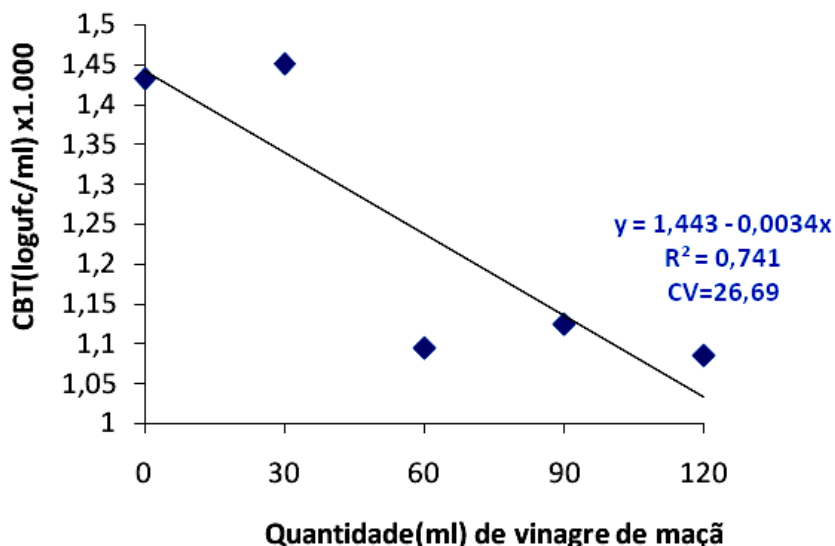


Figura 14. Valores médios de CBT (log ufc/ml) no leite de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

Embora os dados da resposta sejam significativos, é difícil compará-los com dados da literatura, por se tratar de um ensaio inédito, e novas pesquisas deverão ser feitas para descobrir qual o motivo da redução da contagem bacteriana total do leite quando os animais são suplementados com vinagre de maçã.

4.9.2 Contagem de células somáticas (CCS)

Foi realizada a análise de variância da para os dados de CCS, e em seguida a análise de regressão linear, com transformação logarítmica das respostas, porém não houve ajuste significativo da regressão linear, ($P > 0,05$).

Tabela 8. Valores médios de contagem de células somáticas de vacas alimentadas com silagem de milho, concentrado e diferentes quantidades de vinagre de maçã.

| Tratamentos | Médias |
|-------------|--------|
| 90 | 62,3 |
| 120 | 66,0 |
| 30 | 66,7 |
| 0 | 89,2 |
| 60 | 98,3 |

No trabalho realizado por Shin, (2007), foi demonstrado que a administração de vinagre de soja preta pequena (Glycine max Merr.) em humanos, promoveu a redução de reação alérgica e pró inflamatória nos tecidos, porém a suplementação das vacas com vinagre de maçã não causou os mesmos efeitos, ou seja não reduziu a CCS.

5. CONCLUSÕES

Conforme os resultados observados nesse experimento, pode-se concluir que a suplementação com vinagre teve efeito linear positivo sobre a produção de leite, e na porcentagem de sólidos totais no leite.

Devido ao aumento na produção de leite, houve também aumento na produção total diária de gordura, proteína, e sólidos totais, sendo que ofertando 120 ml / animal, dia⁻¹ obteve os melhores resultados(P<0,05).

Houve efeito linear negativo na contagem bacteriana total do leite, com a suplementação de vinagre de maçã, sendo que a quantidade 120ml de vinagre por animal resultou na menor média de contagem bacteriana total.(P<0,05).

Foi observado efeito linear negativo nas respostas pH ruminal e nitrogênio amoniacal(N-NH₃) no líquido de rumem na suplementação com vinagre de maçã. Os menores valores de pH e concentração de N-NH₃ foram observados no tratamento 120ml de vinagre/animal/dia.(P<0,05).

Foram observadas diferenças significativas nos teores dos AGVs acetato e propionato (P<0,05).

Novos trabalhos deverão ser realizados para melhor elucidação dos resultados encontrados, pesquisas que trabalhem com respostas de digestibilidade real, consumo individual de matéria seca, interferências na persistência da lactação, fertilidade dos animais, interferências na biohidrogenação ruminal, e custo benefício da utilização do vinagre de maçã na dieta de animais em lactação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, J. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber, *J. Dairy Sci.* 80, 1447 1997

AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. *Biocologia na produção de alimentos*. São Paulo: Ed. Blucher, v. 4, 523 p, 2001.

BAUMAN, D. E.; MATHER, I.H.; WALL, R.J. Major Advances Associated with the Biosynthesis of Milk, *Journal Dairy Science Association*, v.89, p.1235-1243, 2006

CASTELO. Indústria de Vinagres Castelo. Disponível na Internet: <http://www.vinagrecastelo.com.br>, acesso em 26/01/2012.

COLLINS, R.M., PRITCHARD, R.H. Alternate day supplementation of corn gluten meal fed to ruminants. *J. Anim. Sci.*, 70(12):3899-3908. 1992.

DHIMAN, T.R., ZAMAN, M.S., Manipulação das dietas de vacas em lactação com o objetivo de agregar valor ao leite. In: Simpósio de nutrição e produção de gado de leite, 2001, Belo Horizonte. Anais do 2^o simpósio de nutrição e produção de gado de leite. p.21-38, 2001.

ENGEVALL, A. Low milk fat syndrome in Swedish cows. *Acta vet. Scan, Suppl.* 72: 1-124.1980.

ERFLE, J.D. Effect of pH on fermentation characteristics and protein degradation by rumen microorganisms in vitro. *Journal Dairy Science.*, 65:1457-1464, 1982.

EVANGELISTA, J. *Tecnologia de Alimentos 2*. Ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1989. 652 p.

HEINIG. O uso alternativo do vinagre Heinig. Heinig Indústria de Plásticos e Vinagre, 12 p, Brusque, 2000.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, v.69, p.2755-2766, 1986.

ISHILER, V.; HEINRICHS, J.; VARGA, G. From feed to milk: understanding rumen functions, 72p, 1998.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, v.89, n.1, p.124-134, 2005.

KENNELLY, J.J., The fatty acid composition of milk as influenced by feeding oilseeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137–152, 60p. 1996.

KENNELLY, J.J., GLIMM, D.R. Milk composition in the cow. Edmonton, Alberta: Faculty of Extension, University of Alberta, 20p, 2000.

LANA, R.P. *Nutrição e alimentação animal*. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2005, 343p.

- LENG, R.A., NOLAN, I.V. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, 67(5): 1072-1089. 1984.
- LENG, R.A., PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production: present constraints, perspectives and research priorities. *Trop. Anim. Prod.*, p. 1-22, 1976.
- MAYER, P.M., MACHADO, P.F., COLDEBELLA, A., CASSOLI, L.D., COELHO, K.O., RODRIGUES, P.H.M. Fatores não nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.3, p.1114-1121, 2006.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. *Nutrição animal*. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736p.
- MORETTO, E.; ALVES, R.F.; ARCHER, P.M.B.; CAMPOS, C.M.T.; PRUDÊNCIO, A. J. Vinhos e Vinagres (processamento e análises). Editora da UFSC. Florianópolis, 167p., 1988.
- NOCEK, J.E. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.5, p.1005-1028, 1997.
- NOLLER, C.H., NASCIMENTO JR., D., QUEIROZ, D.S. Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. Anais .Piracicaba, S P: FEALQ, 1997. p.319-351. 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- OBARA, Y., DELLOW, D.W., NOLAN, J.V. The influence of energy-rich supplements on nitrogen kinetics in ruminants. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Eds.) *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Tokyo: Academic Press. p.515-539. 1991.
- PALMQUIST, D.L, Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 74(4):1354-1360. 1991.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310
- PHILIPSON, A.T. *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. Newcastle-upon-Tyne, England: Orion Press, 1970. 422p.
- RABELLO, T.M., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 1996. Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. I. Consumos, produção e composição do leite. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 25(2):345-356.
- RICHWARE. Disponível na Internet, <http://www.richware.com.br>, acesso em 07/09/2011.
- ROSENTHAL, I. *Milk and dairy products: Properties and Processing*. 1. Ed Rehovot: Balaban Publishers, 1991. 217p.

- SACHS, L.G. Tecnologia dos produtos agropecuários – Transformações de produtos vegetais. FFALM, Ed. Bandeirantes, p.58-73. 1990.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Brit. J. Nutr.*, 32(2): p.199-205.1974.
- SENHOR VICCINO. disponível na internet <http://senhorviccino.com.br/informacoes-vinagre-aplicacoes-beneficios-artigos-noticias>, acesso em 15/01/2012
- SHIN, J. H., KO, Y. D., KIM, B. W., KIM, S. C. Effects of Persimmon (Diospros kaki L.) Vinegar as a Dietary Supplement on Feed Intake, Digestibility, and Ruminant Fermentation Indices in Sheep. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 23, No. 12 : 1578 – 1586. 2010.
- SHIN, T.Y. The Anti-allergic Effect of Vinegar Treated Small Black Soybean (Glycine max Merr.) is Mediated Through Inhibition of Histamine Release and Inflammatory Cytokine Secretion, In *Natural Product Sciences*, Woosuk University, Wanju, Republic of Korea. v. 13(4) p. 337-341, 2007.
- SILVA, C.M.A.P. Produção e composição do leite, variação de peso corporal e digestibilidade em vacas alimentadas com ração contendo grão de soja moída no concentrado. Viçosa, MG: UFV, 1997, 72p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SISVAR, FERREIRA, D.F. SISVAR versão 5.1. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006.
- SUTTON, J.D. Altering Milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, v.72, p. 2801, 1989.
- TAKEMOTO, S.Y. Avaliação do Teor de Acetoína em Vinagres como forma de verificação de sua genuinidade. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2000
- TEIXEIRA, J. C. Nutrição de Ruminante, Lavras: Ed. UFLA, 1991. 184p.
- TOWNE, G.; NAGAJARA, T.G.; BRANDT, R.T. Ruminant ciliated protozoa in cattle fed finishing diets with or without supplemental fat. *Journal Animal Science*, v.68, p.2150-2155, 1990.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J, Nutritional ecology of the ruminant. Ed. Ithaca: Cornell University, p.476. 1994.
- WU, Z., HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 39(2):141-155.1994.