

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PRISCILA MENDES DE SOUZA

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VIRGINIAMICINA NA PRODUÇÃO E  
COMPOSIÇÃO DO LEITE EM VACAS DE ALTA PRODUÇÃO**

CURITIBA

2018

PRISCILA MENDES DE SOUZA

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VIRGINIAMICINA NA PRODUÇÃO E  
COMPOSIÇÃO DO LEITE EM VACAS DE ALTA PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Zootecnia, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida

CURITIBA

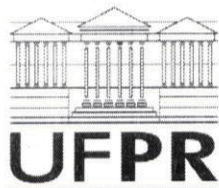
2018

S729 Souza, Priscila Mendes de  
Efeito da suplementação de virginiamicina na produção e  
composição do leite em vacas de alta produção / Priscila Mendes  
de Souza. - Curitiba, 2018.  
53 f. : il., grafs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.  
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia.

1. Leite - Produção. 2. Leite - Proteínas. 3. Leite - Teor de  
gordura. 4. Antimicrobianos. I. Almeida, Rodrigo de.  
II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDU 636.2.034



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **PRISCILA MENDES DE SOUZA** intitulada: "**Efeito da suplementação com virginiamicina na produção e composição do leite em vacas de alta produção.**", após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 09 de Março de 2017.

RODRIGO DE ALMEIDA

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

DANTE PAZZANESE DUARTE LANNA

Avaliador Externo (UFPR)

SIMONE GISELE DE OLIVEIRA

Avaliador Interno (UFPR)

Dedico aos meus grandes amores:  
meus pais que sempre me incentivaram a  
buscar o conhecimento e ao meu  
namorado que traz luz para os meus dias.

## AGRADECIMENTOS

Sei que parece clichê, mas agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por acordar com saúde todos os dias para que esse trabalho pudesse ser concluído. Logo em seguida agradeço imensamente aos meus pais que desde a pré-escola acreditaram nos meus sonhos e me mostraram que o caminho do conhecimento não seria fácil, mas seria gratificante e também edificante. E além disso, me deram amor, apoio emocional e também financeiro para prosseguir.

Sem a confiança e o patrocínio da empresa Phibro Animal Health não seria possível realizar o experimento que deu origem ao presente trabalho e como não poderia deixar de ser, agradeço muito por confiar no nosso trabalho e estar sempre presente, através do Sr. Lucas Barbosa e da senhorita Jaqueline Araujo.

Meus sinceros agradecimentos à Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da mesma. Assim como aos professores que dele fazem parte, em especial o meu orientador, o senhor Rodrigo de Almeida, pela sua disponibilidade, por sempre exigir mais de mim e também pelas broncas, sei que foram necessárias. Além dele à professora Simone Gisele de Oliveira, por todas as dicas e também conselhos, pessoas como você fazem a diferença por onde passam. Os técnicos de laboratório também devem fazer-se presentes nos meus agradecimentos; muito obrigada pela ajuda com as minhas análises e pela paciência em me explicar todo o necessário para obter-se bons resultados.

Quero também agradecer o Senhor Lucas Rabbers e a sua magnífica esposa, a senhora Tânia Rabbers, por disponibilizarem sua propriedade e seus animais para serem utilizados no presente estudo. Muito obrigada pela confiança e mais que isso, obrigada por acolher-me em sua casa com tanto carinho e cuidado, vocês estarão sempre em meu coração. Agradeço também a todos os funcionários da Agropecuária Harm, que sempre foram muito prestativos em tudo que lhes foi solicitado, além de animarem minha estada por lá com seus “causos” e piadas.

De todo o coração também agradeço minha amiga Jessica, por ser extremamente generosa em repassar a mim seu grande conhecimento e não medir esforços para me ajudar sempre que necessário, inclusive com todos os períodos de coleta do experimento, mesmo sendo desgastante e cansativo. Quando falo em

coletas, não posso deixar de agradecer também as minhas colegas de pesquisa Milena, Ana Paula e Tainara, que também fizeram-se presentes durante as coletas, sem reclamar e dando o melhor de si em todos os momentos.

Por fim, agradeço meu namorado, Marcio, que mesmo à distância dedicou-se em tornar meus dias mais doces e leves, principalmente quando a pressão do mestrado me fazia duvidar da minha capacidade em concluí-lo. Agradeço também por driblar com todo o seu amor o meu mau humor nos dias de provas e esgotamento mental e, por vezes, físico, você foi de extrema importância para essa conquista.

Espero não ter sido injusta e peço desculpas se esqueci de alguém, sintam-se todos parte importante desse trabalho.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do antimicrobiano virginiamicina na produção e composição do leite em vacas de alta produção. Em um rebanho comercial do município de Castro, Paraná, 180 vacas multíparas da raça Holandesa, tratadas com bST e ordenhadas 3x/dia, foram blocadas por ordem de parição (dois e três ou mais partos), produção de leite e dias em leite (DEL). Dentro de cada bloco, as vacas foram alocadas aleatoriamente a dois tratamentos; VM e CT, com o grupo VM sendo suplementado com 300 mg/vaca/dia de virginiamicina (V-Max<sup>®</sup>, Phibro Animal Health) e grupo CT recebendo a mesma quantidade de placebo (milho grão moído). No período pré-experimental de 5 dias as vacas apresentaram, em média,  $2,9 \pm 1,0$  lactações,  $111 \pm 59$  DEL e  $51,2 \pm 6,4$  kg/dia de produção de leite. O período experimental foi de 6 semanas e foram realizados três períodos de coleta de amostras de leite: período covariável, semana 3 e semana 6, totalizando 15 dias de coleta de leite e 45 amostras de leite para cada vaca. A dieta baseada em silagem de milho e pré-secado de azevém apresentou, em média, 42,7% MS, 17,8% PB, 37,8% FDN, 17,7% FDA, 5,0% EE e 7,4% de RM. A composição do leite (teores de gordura, proteína, caseína, lactose e sólidos totais), bem como nitrogênio ureico do leite (NUL) e CCS foram determinados. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED da SAS com um modelo contendo os efeitos de bloco, vaca dentro do bloco, período (semanas 3 e 6), dia e tratamento. A produção de leite ou sua composição no período pré-experimental foram incluídos no modelo como covariável. As vacas suplementadas com virginiamicina produziram mais leite ( $50,34$  vs.  $49,31 \pm 0,34$  kg/dia,  $P=0,03$ ), com maior teor de proteína de leite ( $2,98$  vs.  $2,93 \pm 0,01\%$ ,  $P<0,01$ ) e maior teor de caseína de leite ( $2,32$  vs.  $2,27 \pm 0,01\%$ ;  $P<0,01$ ) do que as vacas do grupo controle. As vacas tratadas com virginiamicina também apresentaram maiores produções de gordura do leite ( $1,704$  vs.  $1,640 \pm 0,020$  kg/dia,  $P=0,02$ ), proteína ( $1,471$  vs.  $1,424 \pm 0,012$  kg/dia,  $P<0,01$ ), caseína ( $1,143$  versus  $1,106 \pm 0,009$  kg/dia,  $P<0,01$ ), lactose ( $2,341$  vs.  $2,288 \pm 0,017$  kg/dia,  $P=0,03$ ) e sólidos totais ( $5,897$  vs.  $5,753 \pm 0,051$  kg/dia;  $P<0,05$ ). Não foram encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) para os teores de gordura do leite, lactose e sólidos totais, assim como para NUL e escore linear de CCS entre os grupos CT e VM. A virginiamicina mostrou benefícios para a produção e composição do leite e pode se tornar um importante aditivo para vacas leiteiras lactantes.

**Palavras-chave:** Antimicrobiano. Gordura no leite. Proteína no leite.



## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of antimicrobial virginiamycin on milk production and composition on high-producing dairy cows. In a commercial dairy farm in Castro county, Paraná State, Southern Brazil, 180 multiparous Holstein cows, bST-treated and milked 3x/day, were blocked by parity (second and three and greater parities), milk yield and DIM. Within each block, cows were randomly allocated to two groups; control (CT) and treatment (VM), with VM group being supplemented with 300 mg/cow/day of virginiamycin (V-Max<sup>®</sup>, Phibro Animal Health), and CT group receiving the same amount of placebo (corn meal). In the 5-day pre-treatment period, cows had on average  $2.9 \pm 1.0$  lactations,  $111 \pm 59$  DIM, and  $51.2 \pm 6.4$  kg/d milk yield. The experimental period had 6 weeks, and three milk collection periods were performed: covariable period, week 3, and week 6, totaling 15 days of milk collection and 45 milk samples for each cow. The corn silage and ryegrass haylage based-diet had on average 42.7%DM, 17.8%CP, 37.8%NDF, 17.7%ADF, 5.0%Fat, and 7.4%Ash. Milk composition (fat, protein, casein, lactose and total solids contents), as well as milk urea nitrogen (MUN) and SCC were determined. Data was analyzed using the MIXED procedure of SAS with a model containing the effects of block, cow within treatment, period (weeks 3 and 6), day, and treatment. Milk yield and its composition in the pre-treatment period were included in the model as covariate. Virginiamycin supplemented cows produce more milk (50.34 vs.  $49.31 \pm 0.34$  kg/d;  $P=0.03$ ), with higher milk protein (2.98 vs.  $2.93 \pm 0.01\%$ ;  $P<0.01$ ) and milk casein (2.32 vs.  $2.27 \pm 0.01\%$ ;  $P<0.01$ ) contents than control cows. Virginiamycin treated cows also show higher milk fat (1.704 vs.  $1.640 \pm 0.020$  kg/d;  $P=0.02$ ), milk protein (1.471 vs.  $1.424 \pm 0.012$  kg/d;  $P<0.01$ ), milk casein (1.143 vs.  $1.106 \pm 0.009$  kg/d;  $P<0.01$ ), milk lactose (2.341 vs.  $2.288 \pm 0.017$  kg/d;  $P=0.03$ ), and milk total solids (5.897 vs.  $5.753 \pm 0.051$  kg/d;  $P<0.05$ ) quantities. No differences ( $P>0.05$ ) were found for milk fat, lactose, and total solids contents, as well as MUN and SCC linear score between controls and VM-treated cows. Virginiamycin had shown benefits to the production and milk composition, and can become an important additive for lactating dairy cows.

**Key-words:** Antimicrobial. Milk Fat. Milk Protein.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Correspondência entre contagem de células somáticas (CCS) e escore linear para vacas e escore linear médio para rebanhos.....	24
FIGURA 2 - Estrutura química dos fatores M e S, que formam a virginiamicina.....	26
FIGURA 3 - Efeitos da virginiamicina sobre a produção de ácidos no rúmen.....	27
FIGURA 4 - Produção de L-ácido láctico com suplementação de virginiamicina, monensina e lasalocida.....	28
FIGURA 5 - Produção de D-ácido láctico com suplementação de virginiamicina, monensina e lasalocida.....	29
FIGURA 6 - Produção de leite dos grupos Controle e V-Max.....	37
FIGURA 7 - Porcentagem de gordura dos grupos Controle e V-Max.....	38
FIGURA 8 - Quilogramas de gordura dos grupos Controle e V-Max.....	39
FIGURA 9 - Porcentagem de proteína dos grupos Controle e V-Max.....	40
FIGURA 10 - Quilogramas de proteína dos grupos Controle e V-Max.....	41
FIGURA 11 - Porcentagem de caseína dos grupos Controle e V-Max.....	42
FIGURA 12 - Quilogramas de caseína dos grupos Controle e V-Max.....	43
FIGURA 13 - Porcentagem de lactose dos grupos Controle e V-Max.....	44
FIGURA 14 - Quilogramas de lactose dos grupos Controle e V-Max.....	45
FIGURA 15 - Porcentagem de sólidos totais dos grupos Controle e V-Max.....	45
FIGURA 16 - Quilogramas de sólidos totais dos grupos Controle e V-Max.....	46
FIGURA 17 - Nitrogênio ureico do leite dos grupos Controle e V-Max.....	47
FIGURA 18 - Escore linear da contagem de células somáticas do leite dos grupos Controle e V-Max.....	48

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Efeito dos níveis dietéticos de proteína bruta na excreção de nitrogênio.....	22
TABELA 2 – Dieta praticada nos lotes Controle e V-Max durante o período experimental.....	32
TABELA 3 – Valores médios das análises bromatológicas quinzenais dos volumosos e subprodutos usados ao longo do experimento.....	34
TABELA 4 – Valores médios das análises bromatológicas semanais da dieta total misturada (TMR) dos lotes Controle e V-Max.....	34
TABELA 5 – Resultados obtidos para produção e composição do leite.....	36
TABELA 6 – Resumo do controle leiteiro oficial mensal dos lotes 3 e 4 no ano de 2016.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	- Ácidos Graxos de Cadeia Curta
APCBRH	- Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa
ATP	-Adenosina Trifosfato
bST	- Somatotropina Bovina Recombinante
C	- Carbono
Ca	- Cálcio
CCS	- Contagem de Células Somáticas
CEUA	- Comitê de Ética no Uso dos Animais
CLA	- Ácido Linoléico Conjugado
CNF	- Carboidratos Não Fibrosos
DEL	- Dias em Leite
DGL	- Depressão da Gordura do Leite
ELCCS	- Escore Linear de Contagem de Células Somáticas
EE -	- Extrato Etéreo
EUN	- Eficiência de Utilização de Nitrogênio
FDA	- Fibra em Detergente Ácido
FDN	- Fibra em Detergente Neutro
H	- Hidrogênio
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	- Intestino Delgado
KG	- Quilograma
L	- Litro
Mcg	- Micrograma
Mg	- Miligrama
mL	- Mililitro
mm	- Milímetro
mmol	- Milimol
MN	- Matéria Natural
MS	- Matéria Seca
N	- Nitrogênio
NNP	- Nitrogênio Não Proteico

NUL	- Nitrogênio Ureico do Leite
O	- Oxigênio
P	- Fósforo
PB	- Proteína Bruta
PDR	- Proteína Degradável no Rúmen
pH	- Potencial Hidrogeniônico
PM	- Proteína Metabolizável
PMic	- Proteína Microbiana
PNDR	- Proteína Não Degradável no Rúmen
PR	- Paraná
PV	- Peso Vivo
RM	- Resíduo Mineral
SAS	- Statistical Analysis System
TMR	- Total Mixed Ration
VM	- Virginiamicina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	CENÁRIO NACIONAL DA BOVINOCULTURA LEITEIRA .....	15
2.2	DIETAS RICAS EM CNF E ACIDOSE.....	15
2.3	COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	17
2.3.1	Gordura .....	17
2.3.2	Proteína .....	19
2.3.3	Caseína .....	19
2.3.4	Lactose .....	20
2.3.5	Nitrogênio Ureico no Leite (NUL).....	20
2.3.6	Caseína .....	21
2.3.7	Lactose .....	21
2.3.8	Nitrogênio Ureico no Leite (NUL).....	21
2.3.9	Contagem de Células Somáticas (CCS).....	22
2.4	USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES .....	24
2.4.1	VIRGINIAMICINA .....	25
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1	COMITÊ DE ÉTICA .....	31
3.2	LOCAL.....	31
3.3	ANIMAIS.....	31
3.4	TRATAMENTOS.....	31
3.5	PERÍODO .....	32
3.6	ANÁLISES .....	33
3.7	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
4.1	PRODUÇÃO DE LEITE .....	36
4.2	GORDURA .....	37
4.2.1	Porcentagem de gordura .....	37
4.2.2	Produção de gordura em kg .....	39
4.3	PROTEÍNA .....	40
4.3.1	Porcentagem de proteína .....	40

4.3.2	Produção de proteína em kg .....	41
4.4	CASEÍNA.....	41
4.4.1	Porcentagem de caseína.....	41
4.4.2	Produção de caseína em kg .....	42
4.5	LACTOSE.....	43
4.5.1	Porcentagem de lactose .....	43
4.5.2	Produção de lactose em kg .....	44
4.6	SÓLIDOS TOTAIS.....	45
4.6.1	Porcentagem de sólidos totais.....	45
4.6.2	Produção de sólidos totais em kg .....	46
<b>4.7</b>	<b>NITROGÊNIO UREICO DO LEITE.....</b>	<b>46</b>
4.8	ESCORE LINEAR DE CCS .....	48
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO 1 – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR:.....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Para a viabilidade da bovinocultura de leite é essencial obter eficiência do sistema de produção, o que demanda atenção a vários fatores e dentre eles, o mais importante é a nutrição, visto que esta pode representar até 70% dos custos de produção.

Quando se trata de vacas de alta produção, os volumosos, por si só, não são suficientes para atender as demandas para manutenção dos animais e garantir alta produção. Sendo assim, a alimentação deve ser acrescida de alimentos concentrados e suplementos minerais e vitamínicos. Dietas de alto valor energético e com alta proporção de grãos precisam ser oferecidas gradualmente, para que haja adaptação por parte dos animais ruminantes, pois uma transição abrupta pode aumentar os riscos de acidose (Coe et al., 1999).

A acidose pode levar à redução no consumo de alimentos por parte dos animais, diminuição no teor de gordura do leite, laminites, abscessos hepáticos e consequente redução no desempenho produtivo (Coe et al., 1999). Porém, é importante salientar que, em muitos casos, apesar do animal não apresentar esses sinais clínicos, não significa que não haja problemas, pois vacas que são submetidas a dietas com alto teor de carboidratos não fibrosos (CNF) tendem a uma redução do pH no rúmen, levando à acidose ruminal subclínica, que também prejudica o desempenho das mesmas.

Dietas com grandes quantidades de alimentos fermentescíveis, acima de 40% de CNF na MS total, segundo Pedroso (2006), propiciam o desenvolvimento de *Streptococcus bovis*, microrganismos produtores de ácido láctico no rúmen. O acúmulo de ácidos no rúmen causa a queda do pH, principalmente pelo aumento na produção de ácido propiônico e também de ácido butírico, os quais são derivados da fermentação dos carboidratos não fibrosos, em maior parte o amido.

Com a queda do pH, o ambiente ruminal torna-se propício para o desenvolvimento de *S. bovis* e o ácido láctico começa a se acumular no meio, contribuindo ainda mais com a queda do pH, fazendo assim com que as bactérias celulolíticas e os protozoários não resistam ao ambiente ruminal e seja instalado um quadro de acidose (Pedroso, 2006).

Para manutenção adequada do pH ruminal existem aditivos e antimicrobianos disponíveis no mercado, que agem no intuito de equilibrar as



populações microbianas e suas atividades no rúmen. Dentre estes, está o antimicrobiano virginiamicina, produto da fermentação de *Streptomyces virginiae*, ativo contra as bactérias gram-positivas, que são produtoras de ácido láctico, o que ajuda a diminuir os riscos de acidose.

A composição do leite produzido é um ótimo parâmetro para se avaliar a qualidade da dieta e pode indicar possíveis desordens metabólicas, pois representa o resultado do metabolismo dos alimentos contidos na dieta e que, de fato, são ingeridos pelos animais. A coleta de amostras do mesmo é simples, sua análise apresenta custo acessível ao produtor e seus resultados nos faz entender as respostas do leite à possíveis alterações na dieta ou inclusão de aditivos. Porém é importante entender a resposta dos componentes do leite, visto que a relação entre eles e os componentes da dieta é dependente dos mecanismos de síntese dos sólidos, a partir de precursores dietéticos (Danés, 2012).

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi demonstrar os efeitos da suplementação do antimicrobiano virginiamicina na produção e composição do leite em vacas leiteiras de alta produção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CENÁRIO NACIONAL DA BOVINOCULTURA LEITEIRA

A bovinocultura leiteira desempenha importante papel na economia do Brasil, sendo muito relevante no suprimento de alimentos, por meio do leite e seus derivados, e gerando emprego e renda para o país. O Brasil configura-se no cenário mundial como o quinto maior produtor, com aproximadamente 35 bilhões de litros anuais. Segundo dados do IBGE, a produção nacional cresceu quase 54% entre os anos de 2003 e 2013 (Mezzadri, 2015).

Esse crescimento deve-se a alguns fatores, como melhoramento genético, avanço das tecnologias de produção utilizadas, capacitação dos produtores, aumento do rebanho e de produtividade e alimentação um pouco mais satisfatória dos rebanhos leiteiros. A região centro-oriental do Estado do Paraná, também conhecida como região dos Campos Gerais, apresentou crescimento significativo nos últimos anos, aumentando em 41% o número de vacas ordenhadas e em 61% sua produção de leite. A região é a que possui a maior média de produção por animal do País, com vacas de alto padrão genético atingindo comumente 10.000 litros/lactação (Mezzadri, 2015).

### 2.2 DIETAS RICAS EM CNF E ACIDOSE

Quando se trata de nutrição de vacas leiteiras especializadas entende-se que a mesma deve ser balanceada para atender seus requerimentos adequadamente, sem falta ou sobra de nutrientes e isso continua sendo um desafio aos produtores de leite.

Segundo Mertens (1994 apud Mingoti, 2013), a maneira mais eficiente de melhorar o desempenho produtivo dos animais é por meio da ingestão de nutrientes, da digestibilidade e do metabolismo dos alimentos, pois são os alimentos que fornecem toda a matéria-prima para a produção de leite. Em sistemas intensivos de produção não é incomum o fornecimento de alguns nutrientes em excesso e isso ocorre muitas vezes com o objetivo de aumentar ainda mais a produção (Jonker et al., 2003).

Vacas leiteiras lactantes é a categoria de maior exigência nutricional em relação às outras categorias de animais dentro de uma propriedade e quanto maior for essa produção, maior será a demanda energética e proteica. A dieta para vacas de alta produção requer ainda mais cuidados, tanto na quantidade quanto na qualidade dos alimentos ingeridos.

O rúmen possui um ambiente muito favorável ao desenvolvimento contínuo de população microbiana, possui temperatura média de 39°C, condição anaeróbia, pH médio de 6,8, e estão presentes em seu interior bactérias, protozoários e fungos. Há também suprimento de nutrientes e contínua remoção de digesta e dos produtos de fermentação, entre outras coisas, o que confere ao rúmen atuação como câmara de fermentação.

Dentro do rúmen há uma microbiota a princípio em equilíbrio, em simbiose com o hospedeiro, o que garante o sucesso dos ruminantes em utilizar parede celular de vegetais e nitrogênio não proteico como fontes de nutrientes, compostos complexos e inutilizáveis para grande parte dos animais. Essa relação de simbiose procede-se por meio do fornecimento, por parte do hospedeiro ruminante, de alimento e um ambiente propício (no caso o rúmen) para os microrganismos que, em contrapartida, fornecem o suprimento dos ácidos resultantes da sua fermentação e proteína microbiana.

É usual que haja produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no rúmen nas seguintes proporções: ácido acético (65-70% do total), ácido propiônico (20-25%) e ácido butírico e outros (10-15%) (Dunlop (1972 apud Ortolan, 2010)). Para vacas leiteiras, valores de pH inferiores a 5,8 já caracterizam uma acidose subclínica e quando o mesmo decai a valores inferiores a 5,5 pode-se dizer que o animal encontra-se em acidose clínica. Em dietas ricas em CNF, com grandes quantidades de amido e/ou amido de rápida fermentação, há elevada produção de propionato e de AGCC como um todo, e esse acúmulo faz com que o pH ruminal caia abaixo do desejado.

Em pH em torno de 5,4 ocorre desenvolvimento de microrganismos produtores de ácido láctico (*Streptococcus bovis*) e diante desse cenário, a capacidade tamponante do rúmen também é afetada, devido a um menor estímulo à salivação. Com isso acentua-se ainda mais a queda de pH, podendo desencadear quadros de acidose e subacidose, tornando o ambiente ruminal desfavorável à sobrevivência de bactérias celulolíticas e de protozoários. Com redução do pH

abaixo de 4,8, fica facilitada a multiplicação de *Lactobacillus spp* que, assim como *Streptococcus bovis*, tem como produto final da fermentação o ácido láctico. O ácido láctico não ultrapassa 1 mMol/L no líquido ruminal em condições normais, porém em condições de acidose láctica esse valor pode ser superior a 120 mMol/L (Ortolan, 2010).

Prejuízos estão associados à acidose ruminal, decorrentes dos sintomas desencadeados pela mesma, que incluem redução no consumo de alimentos, diminuição no teor de gordura do leite, laminites, abscessos hepáticos e consequente redução no desempenho (Coe et al., 1999). Algumas medidas podem ser tomadas para prevenir a acidose, dentre elas evitar mudanças bruscas na alimentação, dividir o trato em mais vezes ao longo do dia e ficar atento à efetividade da fibra oferecida, pois a fibra com tamanho de partícula adequado estimula a mastigação, com consequente aumento da produção de saliva, importante tampão ruminal. Além dessas, outra medida utilizada é a adição do tampão bicarbonato de sódio à dieta.

## 2.3 COMPOSIÇÃO DO LEITE

A composição do leite produzido pode ser usada como ferramenta para monitorar a dieta dos animais e também pode ser indicativo de distúrbios metabólicos, como a acidose e a cetose. Porém, é importante lembrar que a produção de leite está condicionada à utilização de nutrientes derivados da digestão e do metabolismo da dieta. A dieta que se oferece não é a mesma que o animal ingere, visto que o mesmo possui capacidade seletiva e a relação entre o que se ingere e os componentes do leite também não é direta; ela vai depender da síntese de sólidos no leite a partir de precursores dietéticos (Danés, 2012). Além disso, os valores de referência para a composição do leite podem variar de acordo com a raça, animal, nível de produção, estágio de lactação, manejo, ambiente e época do ano.

### 2.3.1 Gordura

A gordura é o componente do leite mais variável, tanto em quantidade quanto em sua composição. Esta fração advém das reservas de gordura corporal no tecido adiposo (particularmente no primeiro terço de lactação) ou dos triglicerídeos

presentes no sangue, que são sintetizados na glândula mamária a partir de acetato e butirato (Silva, 2013), ou ainda ácidos graxos advindos da dieta, já que a dieta de vacas leiteiras tipicamente apresenta de 3 a 6% de EE na MS.

No que concerne a síntese de novo de ácidos graxos na glândula mamária, é necessária presença de fibra de qualidade na dieta. Desta forma, as bactérias celulolíticas (*Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Bacteroides succinogenes* e *Butyrivibrio fibrisolvens*, principalmente) irão fazer a digestão dessa fibra, produzindo mais acetato, o que resulta em maior síntese de gordura no leite, particularmente ácidos graxos de cadeia curta (C4 a C10) e média (C12 a C16). Um aspecto importante sobre a qualidade dessa fibra é o seu tamanho, que vai influenciar na mastigação e ruminação do animal e, conseqüentemente na produção de saliva, que atua como importante tamponante ruminal. Quando o pH no rúmen é baixo, normalmente resultado de uma dieta rica em grãos, a digestão da fibra pode ser limitada, principalmente pelo ambiente desfavorável às bactérias celulolíticas que se instala no rúmen, prejudicando a síntese de gordura no leite. Sendo assim, podemos dizer que a gordura no leite reflete diretamente o padrão de fermentação ruminal.

O processo que melhor explica a depressão da gordura do leite (DGL) refere-se à biohidrogenação parcial dos ácidos graxos. Provavelmente por serem tóxicos a vários microrganismos do rúmen, os ácidos graxos insaturados são biohidrogenados no rúmen (ligações duplas são convertidas em ligações simples). Em condições de pH ruminal baixo, consequência de dietas com aumento de carboidratos rapidamente fermentescíveis, as rotas de biohidrogenação desses ácidos são alteradas, prejudicando assim as últimas fases da sua biohidrogenação. Os produtos intermediários gerados por essa biohidrogenação parcial, principalmente o ácido linoleico conjugado CLA *trans*-10 *cis*-12, se acumulam no rúmen, são absorvidos no intestino e vão para a glândula mamária. Na glândula mamária eles atuam na inibição das enzimas acetil Co-A carboxilase (ACC) e sintase de ácidos graxos (FAS) que promovem a síntese de ácidos graxos de cadeia curta. O leite que é produzido nessas condições, além de apresentar menores concentrações de gordura, conta com a presença desses ácidos graxos *trans*, o que vem gerando pesquisas relacionadas à saúde humana, mostrando benefícios com a ingestão destes.

Essa teoria hoje aceita demonstra que a DGL não se dá por escassez de acetato ruminal (principal precursor de gordura na glândula mamária) em detrimento do aumento do propionato, como acreditava-se anteriormente. Em pH baixo a relação entre acetato e propionato muda proporcionalmente e não em relação a quantidade de acetato que é produzida diariamente. Em outras palavras, a relação acetato:propionato é deprimida não pela diminuição do acetato, mas sim pelo aumento de propionato.

### 2.3.2 Proteína

A proteína do leite sofre menos variação que a gordura e está negativamente correlacionada com a mesma, ou seja estratégias nutricionais que visam aumento de proteína do leite, tendem a diminuir a porcentagem de gordura. A proteína do leite possui a seguinte composição; aproximadamente 77% de caseína, 17% de proteínas do soro (lactoalbumina e lactoglobulina) e 6% de NNP (Poncheki et al., 2015).

A PB da dieta é dividida em duas frações; proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). A PDR vai ser degradada pela microbiota ruminal, produzindo amônia, aminoácidos e peptídios que serão utilizados na síntese de proteína microbiana (PMic). A PMic é a principal fração da proteína metabolizável (PM), somatória da PMic que passa para o intestino delgado (ID), com a PNDR e com a proteína endógena e assim de aminoácidos para a síntese do leite. A PNDR passa do rúmen para o ID sem ser degradada e deve suprir os aminoácidos essenciais não encontrados na PMic. Quando há excesso de PDR há também o aumento na produção de amônia e de ureia no leite, com consequente incremento das perdas de N urinário.

### 2.3.3 Caseína

A caseína é a proteína predominante no leite de vacas; é uma fosfoproteína relativamente hidrofóbica, encontrada no leite na forma de micelas. Ela chega a representar até 85% da proteína verdadeira no leite de vacas da raça Holandesa, mas o teor mais usual é 80%. A caseína possui composição adequada de aminoácidos para crescimento de animais jovens e é considerada uma proteína de

ótima qualidade, sendo assim muito importante para a alimentação humana (González, 2001).

#### 2.3.4 Lactose

Além de numericamente ser o componente do leite em maior percentual, a lactose do leite sofre ainda menos variação que a gordura e a proteína do leite. A manutenção da relação acetato:propionato também é importante quando se trata da síntese de lactose (dissacarídeo não encontrado em outros alimentos) no leite. Há forte relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite; portanto, a quantidade de leite que é produzida pela vaca está diretamente ligada à quantidade de lactose sintetizada na glândula mamária. O precursor básico da lactose é a glicose e um dos principais precursores da glicose é o propionato. A disponibilidade dessa glicose no sangue é um fator limitante para produção de leite (Silva, 2013).

#### 2.3.5 Nitrogênio Ureico no Leite (NUL)

Nos sistemas intensivos de produção de leite há uma tendência de fornecimento de proteína bruta (PB) em excesso, visto que a proteína desenvolve importante papel na produção e composição do leite. O ruminante apresenta intrinsecamente uma baixa eficiência na utilização do nitrogênio (EUN), fazendo com que a maior parte do mesmo seja eliminado nas esterco (fezes e urina) e no leite dos animais. Representa assim, gasto desnecessário com suplementos proteicos (que tipicamente possuem custo elevado), aumentando a produção de esterco e gerando impacto ambiental negativo ao sistema (Souza, 2010) e segundo Butler et al. (1996), causando diminuição da taxa de fertilidade dos animais.

Arriaga et al. (2009) relacionaram a EUN com a quantidade de N que é secretada no leite e a quantidade de N ingerida pelos animais. Assim EUN pode ser definida como a fração de N ofertada na dieta que, de fato, é aproveitada para a produção. A ineficiência de utilização de nitrogênio pelos animais ruminantes é demonstrada por Jerszurki et al. (2010) e Souza (2010), que encontraram respectivamente valores para EUN de 26,56% e 29,24%, em observações feitas na

região dos Campos Gerais, no estado do Paraná. Ou seja, resumidamente, 70-75% do N ingerido é excretado por esses animais. Olmos Colmenero e Broderick (2006) avaliaram a resposta dos níveis de PB na dieta sobre o nitrogênio ingerido e o nitrogênio excretado no leite, para assim avaliar a EUN pelos animais. Os resultados desse trabalho encontram-se na Tabela 1.

### 2.3.6 Caseína

A caseína é a proteína predominante no leite de vacas; é uma fosfoproteína relativamente hidrofóbica, encontrada no leite na forma de micelas. Ela chega a representar até 85% da proteína verdadeira no leite de vacas da raça Holandesa, mas o teor mais usual é 80%. A caseína possui composição adequada de aminoácidos para crescimento de animais jovens e é considerada uma proteína de ótima qualidade, sendo assim muito importante para a alimentação humana (González, 2001).

### 2.3.7 Lactose

Além de numericamente ser o componente do leite em maior percentual, a lactose do leite sofre ainda menos variação que a gordura e a proteína do leite. A manutenção da relação acetato:propionato também é importante quando se trata da síntese de lactose (dissacarídeo não encontrado em outros alimentos) no leite. Há forte relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite; portanto, a quantidade de leite que é produzida pela vaca está diretamente ligada à quantidade de lactose sintetizada na glândula mamária. O precursor básico da lactose é a glicose e um dos principais precursores da glicose é o propionato. A disponibilidade dessa glicose no sangue é um fator limitante para produção de leite (Silva, 2013).

### 2.3.8 Nitrogênio Ureico no Leite (NUL)

Nos sistemas intensivos de produção de leite há uma tendência de fornecimento de proteína bruta (PB) em excesso, visto que a proteína desenvolve importante papel na produção e composição do leite. O ruminante apresenta intrinsecamente uma baixa eficiência na utilização do nitrogênio (EUN), fazendo com



que a maior parte do mesmo seja eliminado no esterco (fezes e urina) e no leite dos animais. Representa assim, gasto desnecessário com suplementos proteicos (que tipicamente possuem custo elevado), aumentando a produção de esterco e gerando impacto ambiental negativo ao sistema (Souza, 2010) e segundo Butler et al. (1996), causando diminuição da taxa de fertilidade dos animais.

Arriaga et al. (2009) relacionaram a EUN com a quantidade de N que é secretada no leite e a quantidade de N ingerida pelos animais. Assim EUN pode ser definida como a fração de N ofertada na dieta que, de fato, é aproveitada para a produção. A ineficiência de utilização de nitrogênio pelos animais ruminantes é demonstrada por Jerszurki et al. (2010) e Souza (2010), que encontraram respectivamente valores para EUN de 26,56% e 29,24%, em observações feitas na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná. Ou seja, resumidamente, 70-75% do N ingerido é excretado por esses animais. Olmos Colmenero e Broderick (2006) avaliaram a resposta dos níveis de PB na dieta sobre o nitrogênio ingerido e o nitrogênio excretado no leite, para assim avaliar a EUN pelos animais. Os resultados desse trabalho encontram-se na

TABELA 1.

TABELA 1 – Efeito dos níveis dietéticos de proteína bruta na excreção de nitrogênio.

Variáveis	% PB da Dieta (%MS)				
	13,5	15,0	16,5	17,9	19,4
<b>N ingerido (g/dia)</b>	483	531	605	641	711
<b>N no leite (g/dia)</b>	173	180	185	177	180
<b>EUN (%N no leite em relação ao N ingerido)</b>	36,5	34,0	30,8	27,5	25,4

Fonte: Adaptado de Olmos Colmenero e Broderick (2006).

O NUL é uma importante ferramenta de avaliação dos níveis de energia e PB da dieta ou mesmo da qualidade da proteína oferecida e da fermentabilidade do amido dietético. O monitoramento regular do mesmo pode ajudar a fazer ajustes necessários para melhor aproveitamento da proteína da dieta e diminuição das excreções de N no ambiente.

### 2.3.9 Contagem de Células Somáticas (CCS)

A CCS do leite é constituída, principalmente, por leucócitos (células brancas do sangue) e esta contagem é usada para avaliar a sanidade da glândula mamária. Em animais saudáveis e sem registro de infecção e inflamação, os valores de CCS se situam em até 200.000 células/mL. A inflamação da glândula mamária é a mastite, que consiste em um processo inflamatório do úbere onde ocorre a redução

da secreção de leite e a mudança na permeabilidade da membrana que separa o sangue do leite. É tipicamente causada por desenvolvimento de bactérias na glândula mamária.

O aumento de CCS é indicativo da presença de mastite, visto que essas células são células de defesa do organismo e sua presença na glândula mamária é requerida para o combate dos patógenos presentes. No Estado do Paraná, a contagem eletrônica de células somáticas pode ser feita na Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) e pode ser usada pelos produtores como uma ótima ferramenta para detectar mastite subclínica nos animais e analisar a efetividade dos programas de controle. A mastite pode causar redução nos componentes nobres do leite, como caseína, lactose e gordura, com aumento de proteína sérica e cloreto. Esses efeitos influenciam no rendimento na fabricação de queijos e na vida útil dos derivados lácteos em geral.

O escore linear de CCS foi adotado como padrão do Programa Nacional de Melhoramento Genético do Gado Leiteiro (DHI) dos Estados Unidos, a partir de 1982 e consiste em uma transformação logarítmica onde os valores de CCS (que são apresentados em milhares) são transformados em categorias de 0 a 9. As vantagens de se usar esse escore são aumentar a capacidade de detecção de diferenças estatísticas entre grupos de vacas, com menor número de observações e o fato de essa escala apresentar uma distribuição normal o que permite uma comparação mais consistente entre grupos e entre rebanhos (Santos, 2002). Na Figura 1 encontra-se a interpretação da escala linear de CCS para vacas e para rebanhos.

Figura 1: Correspondência entre contagem de células somáticas (CCS) e escore linear para vacas e escore linear médio para rebanhos.

Vacas		Rebanhos	
Escore linear	CCS	Escore linear médio	CCS
1	25.000	1	69.000
2	50.000	2	120.000
3	100.000	3	209.000
4	200.000	4	363.000
5	400.000	5	631.000
6	800.000	6	1.096.000
7	1.600.000	7	1.905.000

Fonte: Philpot & Nickerson (1991).

No Brasil, ainda preocupa-se mais com a quantidade de leite produzida do que com a qualidade composicional do mesmo, pois a legislação brasileira ainda não está sintonizada para as mudanças globais e o país pouco exporta leite e seus derivados para outros países. Além disso, nos atuais sistemas de pagamento de leite por qualidade adotadas pelos laticínios mais progressistas do país, as bonificações por volume de leite superam as penalizações por baixos teores de gordura e de proteína no leite.

É necessário reconhecer que a pressão sofrida pelos produtores, objetivando elevados volumes de leite, tem levado à prática de intensificação da adição de carboidratos rapidamente fermentescíveis na ração de vacas leiteiras, ocasionando uma sobrecarga no metabolismo das mesmas e levando-as a extremos de seu potencial produtivo (Hill et al., 2001).

## 2.4 USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A margem de lucro do produtor, além de estreita, é muito variável, portanto é necessário adotar técnicas e tecnologias que garantam a produção e qualidade do produto e melhoria no manejo, porém sem fazer com que a atividade torne-se inviável. Para tentar solucionar esses problemas, os aditivos alimentares têm ganho espaço no sistema de produção.

Segundo o Ministério da Agricultura, através da Lei 6.198/74 e seu regulamento – decreto 76.986/76, artigo 4, item VII, aditivo é definido como uma substância intencionalmente adicionada ao alimento, que tem por finalidade conservar, intensificar ou modificar suas propriedades sem prejudicar seu valor

nutritivo (Oliveira, 2012). Sendo assim, esses compostos agem na prevenção de alterações na saúde dos animais, controlam o metabolismo, aumentam a eficiência de utilização dos alimentos e proporcionam melhoria na produção, sem prejudicar a qualidade dos alimentos ofertados.

O uso de antibióticos como promotores de crescimento iniciou-se na década de 50, nas criações de aves e suínos. Na década de 60 começaram a surgir críticas em torno da utilização dos mesmos, relacionadas a resistência bacteriana e o impacto da mesma na saúde humana. Desde então, a Europa começou a proibir o uso de alguns antibióticos como promotores de crescimento, aumentando essa lista até o ano de 2005, quando proibiu o uso de todos os antimicrobianos na produção animal, como aditivos alimentares (Palermo, 2006 apud Batista).

Já em países como os Estados Unidos, o uso de antibióticos, cientificamente comprovados como não nocivos à saúde humana, como a virginiamicina por exemplo, é liberado. Na Austrália, um dos maiores exportadores de carne do mundo, o uso da virginiamicina também é aceito (Nuñez, 2008). No Brasil, assim como nos Estados Unidos e na Austrália, a legislação quanto ao uso de aditivos está contida no “princípio da prova”, que se baseia em dados comprovados cientificamente sobre o impacto dos mesmos na saúde, para a tomada de decisão sobre a proibição ou não de determinada substância.

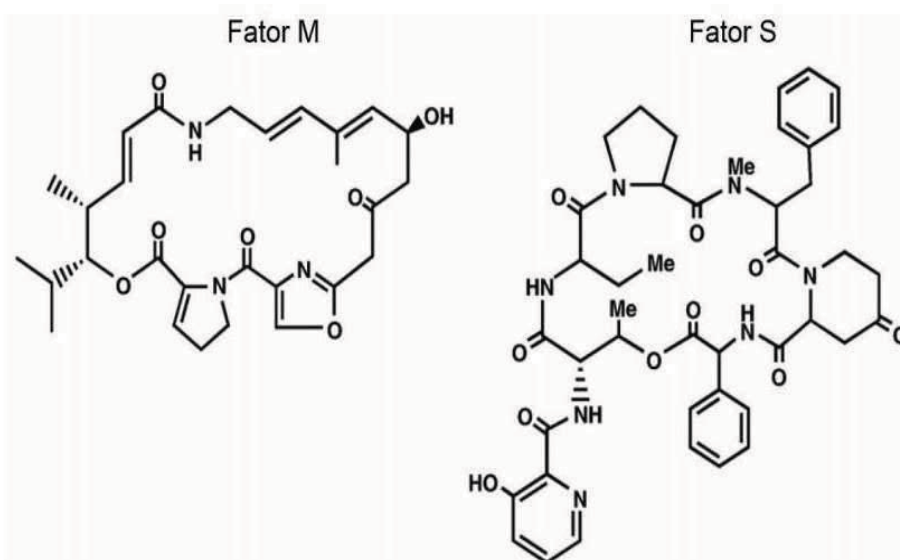
Há aditivos que modificam a fermentação ruminal, como probióticos (leveduras e bactérias vivas), tampões e ionóforos. O primeiro estimula certos grupos de bactérias que auxiliam no aumento da produção de proteína microbiana, melhora a digestão da celulose e aumenta a utilização do ácido láctico. Os tampões conseguem evitar quedas acentuadas de pH, contribuindo para o melhor funcionamento do rúmen. Por sua vez, os ionóforos têm a capacidade de transportar cátions através da membrana citoplasmática das bactérias gram-positivas, causando um desequilíbrio osmoelétrico, que ativa os processos de homeostase, consome ATP, levando a célula à morte (Mingoti, 2013).

#### 2.4.1 VIRGINIAMICINA

A virginiamicina é um antimicrobiano não ionóforo, encontrada originalmente em solos belgas (DeSomer e Van Dijck (1995 apud Neto, 2014)), é produzida pela

fermentação da bactéria *Streptomyces virginiae*, sendo composta por dois elementos principais: M ( $C_{28}H_{35}N_3O_7$ ) e S ( $C_{43}H_{49}N_7O_{10}$ ) (Figura 2), que sinergicamente agem no bloqueio da síntese proteica (Suzuki, 1998). Ambos os fatores, individualmente, têm atividade contra bactérias, porém o fator S é potencializador do fator M e os dois, combinados em uma proporção ideal de sinergia de 4:1 (M:S), permitem a maior atividade antibacteriana da virginiamicina formada (Neto, 2014).

Figura 2: Estrutura química dos fatores M e S, que formam a virginiamicina.



A virginiamicina possui especificidade e age nas bactérias gram-positivas, incluindo *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp*, produtoras de ácido láctico. Este antimicrobiano consegue penetrar na parede celular dessas bactérias e no interior da célula, seus fatores M e S ligam-se específica e irreversivelmente às unidades ribossomais 50s, impossibilitando a formação de ligações peptídicas para a síntese proteica bacteriana. Com isso, os processos metabólicos dentro da célula são bloqueados, impedindo a multiplicação da bactéria e causando sua morte (Mingoti, 2013).

As bactérias gram-negativas possuem parede celular resistente ao ataque da virginiamicina, sendo assim resistentes à mesma. Tendo em vista a sua atuação sobre as bactérias gram-positivas, produtoras de ácido láctico, a virginiamicina tem sido incluída na alimentação de vacas em lactação, com o intuito de estabilizar a

fermentação no rúmen, evitando quedas acentuadas de pH pela rápida fermentação dos carboidratos não fibrosos e diminuir a variação no consumo de ração. Na Figura 3 estão sumarizados os efeitos da virginiamicina sobre os padrões de fermentação ruminal avaliados *in vitro* e *in vivo*.

Figura 3: Efeitos da virginiamicina sobre a produção de ácidos no rúmen.

	Hedde et al., 1980	Nagaraja e Taylor, 1987	Van Nevel, 1984
<b>Rúmen <i>in vitro</i></b>			
Ácido Propiônico	↑	↑	↑
Ácido Butírico	↓	↓	=
Ácido Acético		↓	↓
Ácido Valérico	↓		↓
Metano			↓
Ácido Láctico	↓	↓	
Protozoários			↓
pH	↑	↑	
<b>Rúmen <i>in vivo</i></b>			
Ácido Propiônico	↑		
Ácido Láctico	↓		
pH	↑		

Fonte: Phibro, 2008

Outro fator que vem sendo estudado para explicar a contribuição da virginiamicina no aumento da eficiência de utilização dos alimentos ingeridos por ruminantes é a sua capacidade de reduzir a desaminação proteica no rúmen, causando economia de proteína, aumentando a eficiência do uso de N e compostos nitrogenados não proteicos para serem aproveitados no intestino. Isso acontece porque a virginiamicina age nas duas principais bactérias responsáveis pela desaminação de proteínas no rúmen; *Clostridium aminophilum* e *Clostridium stickandii*, que são bactérias gram-positivas. O decréscimo da amônia ruminal em animais confinados com o uso de virginiamicina, é resultado da redução na degradação ruminal de peptídeos e na desaminação de aminoácidos (Silva, 2013).

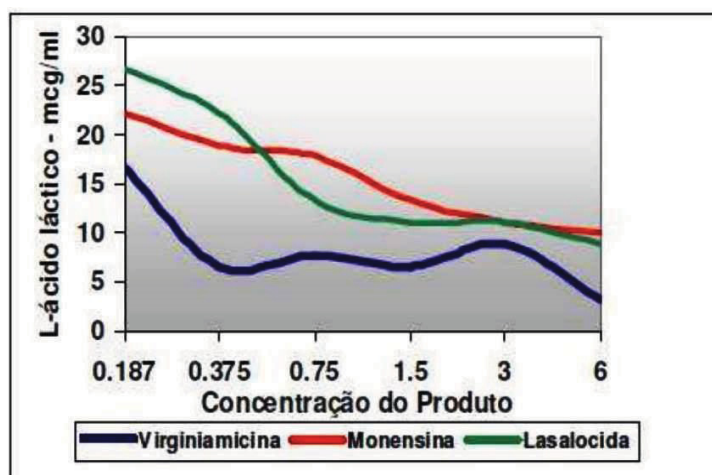
Segundo Page (2003) a virginiamicina é também capaz de reduzir a produção de metano em bovinos de corte, da seguinte forma; a degradação direta de propionato consome o H que formaria o CH<sub>4</sub> e por proporcionar uma estabilidade

no ambiente ruminal capaz de resistir ao desafio metabólico de dietas com alta energia. Com a redução da emissão de metano, reduz-se também o impacto ambiental negativo gerado pela bovinocultura.

Em resumo, a maior eficiência alimentar de animais que recebem suplementação com virginiamicina se dá pelo aumento do propionato, aumento da passagem de proteína do alimento para os intestinos sem ser degradada ruminalmente e pela diminuição da energia perdida na forma do metano (Silva, 2013). Esses benefícios aliados ao fato de que a virginiamicina não deixa resíduos no produto final, não necessitando período de carência, torna a mesma um aditivo atrativo à bovinocultura.

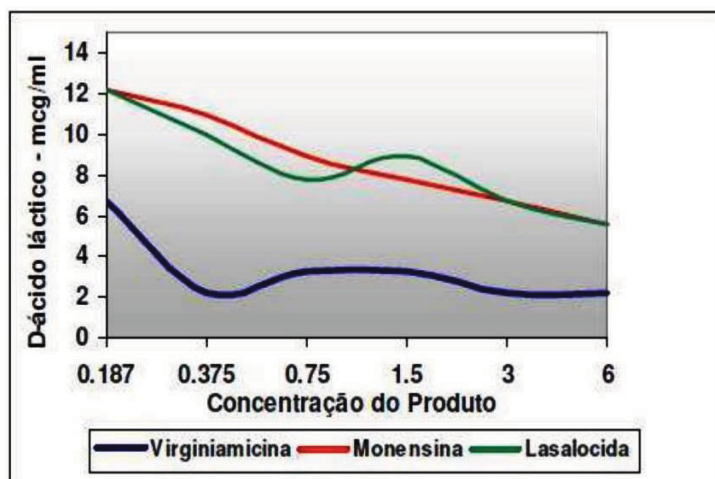
Nagaraja et al. (1987) compararam o efeito inibitório de virginiamicina, monensina e lasalocida sobre a produção dos isômeros de ácido láctico L e D. Para isso incubaram fluido ruminal de animais alimentados na relação volumoso: concentrado 80:20 com glicose por 12 horas. O efeito dos compostos microbianos virginiamicina, monensina e lasalocida sobre as concentrações de L-ácido láctico e D-ácido láctico encontram-se nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

Figura 4: Produção de L-ácido láctico com suplementação de virginiamicina, monensina e lasalocida.



Fonte: Nagaraja et al. (1987). Extraído de Batista et al. (2011).

Figura 5: Produção de D-ácido láctico com suplementação de virginiamicina, monensina e lasalocida.



Fonte: Nagaraja et al. (1987), extraído de Batista et al. (2011).

Clayton et al. (1999) em experimento realizado com adição de 300 mg/vaca/dia de virginiamicina à dieta de vacas Holandesas em lactação, em sistema de pastejo rotativo observaram maior pH ruminal e também fecal no grupo de vacas suplementadas com virginiamicina, quando comparado com o grupo controle. No mesmo estudo foi possível verificar menor acúmulo de ácido láctico no rúmen de animais com inclusão do antimicrobiano, maior produção de leite e de lactose, porém sem incremento de gordura e proteína no leite produzido, se comparado aos animais do grupo controle.

Valentine et al. (2000), em experimento semelhante, oferecendo 300 mg/vaca/dia de virginiamicina obtiveram resultados semelhantes ao trabalho de Clayton et al. (1999), no que se refere ao aumento do pH ruminal, com consequente diminuição da incidência de acidose láctica. Vacas tratadas apresentaram também maior consumo de grãos se comparadas com as que não receberam virginiamicina. Já no que se refere à produção e composição do leite, esse trabalho não detectou diferenças entre animais suplementados e não-tratados.

Em trabalho realizado no Estado do Paraná, Hill et al. (2002) avaliaram os efeitos da virginiamicina sobre o pH ruminal, pH das fezes, produção de ácido láctico e presença de resíduos no leite de vacas Holandesas, recebendo novamente 300 mg/vaca/dia de virginiamicina. Estes autores encontraram resultados significativos para pH ruminal e pH das fezes, sendo ambos maiores em vacas tratadas com o antimicrobiano. A produção de ácido láctico também diferiu significativamente entre os grupos tratado e sem tratamento, sendo a produção maior para o grupo que não recebeu o aditivo. Não foram detectados resíduos de virginiamicina no leite.



De maneira oposta, Coe et al. (1999) não encontraram resultados significativos para a ação de virginiamicina em vacas lactantes tratadas com virginiamicina, no aumento do pH, na diminuição da produção de ácido láctico e na produção e composição do leite, quando comparado com vacas do grupo controle. O estudo foi realizado em duas situações; adaptação dos animais a uma dieta concentrada e acidose induzida.

Silva (2013) em experimento realizado com vacas leiteiras em pastagens, suplementadas com virginiamicina e soja crua ou tostada não encontrou resultados relacionados ao aumento de produção de leite, porém detectou aumento no nível de glicose plasmática nas primeiras horas após a suplementação, levando-o à conclusão de que a virginiamicina modifica a relação acetato:propionato no rúmen.

Nuñez (2008) realizou experimento com novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado, com o objetivo de avaliar os efeitos da combinação de virginiamicina e o ionóforo monensina sobre o desempenho dos animais. O uso combinado dos dois aditivos resultou em redução no consumo, sem alteração nas taxas de ganho, aumentando a eficiência alimentar. Os animais que receberam virginiamicina combinada com ionóforo também se mostraram mais eficientes na utilização de energia, o que sugere aditividade dos efeitos de ambos para variáveis de desempenho. Notou-se também redução da ocorrência de diarreia, sugerindo melhora do ambiente ruminal ou intestinal.

Tendo em vista a disparidade em relação aos resultados obtidos com a suplementação de virginiamicina, bem como a escassez de experimentos em vacas leiteiras de maior produção leiteira, caracterizou-se a demanda por mais estudos para melhor esclarecimento sobre a viabilidade deste aditivo na bovinocultura de leite.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 COMITÊ DE ÉTICA

O projeto foi submetido (protocolo número 055/2016) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, com grau 1 de invasividade (vide anexo 1).

#### 3.2 LOCAL

O experimento foi realizado na Agropecuária Harm, no município de Castro, Colônia Castrolanda, região dos Campos Gerais, no Estado do Paraná. Trata-se de um dos melhores e mais produtivos rebanhos leiteiros no país; no Levantamento Top 100 2016 (que considera as produções do ano anterior) este rebanho posicionou-se como o 18º maior do país com produção média diária de 20.306 kg/dia.

#### 3.3 ANIMAIS

Quanto aos animais, foram utilizadas 180 vacas multíparas da raça Holandesa, dos lotes de alta produção (3 e 4) do rebanho. No período pré-experimental as vacas apresentaram, em média,  $2,9 \pm 1,0$  lactações,  $111 \pm 59$  DEL e  $51,2 \pm 6,4$  kg/dia de produção de leite. Por se tratarem exclusivamente de fêmeas multíparas, seu peso corporal médio era de 700 kg PV. As vacas eram ordenhadas 3x ao dia.

#### 3.4 TRATAMENTOS

O rebanho da Agropecuária Harm adota dietas distintas para os diferentes lotes de vacas em lactação e este manejo teve continuidade ao longo do experimento. Foram utilizados dois tratamentos; (1) suplementação de 300 mg/vaca/dia de virginiamicina (V-Max®, Phibro Animal Health); (2) sem suplementação de virginiamicina, porém com a mesma quantidade de placebo, nesse caso, milho grão moído. Os tratamentos foram fornecidos 2x ao dia, misturados à TMR no vagão misturador e fornecidos no cocho.

Tabela 2 – Dieta praticada nos lotes Controle e V-Max durante o período experimental.

<b>Ingredientes</b>	<b>Kg MN/vaca/dia</b>	<b>Kg MS/vaca/dia</b>	<b>% MS total</b>
<b>Silagem de milho</b>	26,00	8,81	31,87
<b>Pré-secado de azevém</b>	6,50	3,54	12,80
<b>Feno de azevém</b>	0,10	0,08	0,29
<b>Resíduo de cevada</b>	9,00	1,92	6,95
<b>Milho grão moído</b>	6,55	5,77	20,88
<b>Farelo de soja</b>	3,04	2,71	9,81
<b>Farelo de trigo</b>	1,14	1,02	3,68
<b>Soja integral tostada</b>	1,08	0,98	3,54
<b>Caroço de algodão</b>	1,05	0,94	3,41
<b>Farelo de glúten de milho (Promil)</b>	0,58	0,52	1,88
<b>Farelo de bolacha</b>	0,30	0,25	0,92
<b>Nutrigordura*</b>	0,20	0,19	0,69
<b>Bicarbonato de sódio</b>	0,29	0,29	1,05
<b>Calcário</b>	0,26	0,26	0,95
<b>Óxido de magnésio</b>	0,12	0,12	0,43
<b>Núcleo mineral-vitamínico Melk</b>	0,10	0,10	0,36
<b>Uréia pecuária</b>	0,06	0,06	0,21
<b>Sal branco comum</b>	0,04	0,04	0,14
<b>Fosfato monobicálcico</b>	0,02	0,02	0,06
<b>Premix vitamínico Bov Lact Castrolanda</b>	0,02	0,02	0,07

\* Sais cálcicos de ácidos graxos de óleo de palma.

Fonte: Agropecuária Harm

### 3.5 PERÍODO

O experimento iniciou-se no dia 27 de julho e foi concluído no dia 18 de setembro de 2016, totalizando 7 semanas. Entre os dias 27 e 31 de julho (cinco dias) as produções individuais por ordenha dos lotes de vacas de alta produção deste rebanho foram mensuradas e amostras de leite coletadas, para fazer análise dos componentes. Nos dias 01 e 02 de agosto foi feita a blocagem, a alocação aleatória dos animais nos dois tratamentos e a separação dos dois grupos. No dia 03 de agosto foi feita a conferência dos animais ao passarem pela ordenha, para

garantir que a separação física dos lotes estava de acordo com a blocagem. No dia 04 de agosto iniciou-se, efetivamente, os tratamentos, que se estenderam até o dia 18 de setembro, completando 6 semanas de suplementação. Nos dias 24 a 28 de agosto (cinco dias) as produções individuais por ordenha foram mensuradas e coletadas amostras de leite individuais para fazer análise dos componentes no período intermediário. E finalmente nos últimos cinco dias do período experimental (14 a 18 de setembro) novamente foram mensuradas as produções individuais por ordenha do lote de vacas de alta produção e coletadas amostras de leite para fazer análise de componentes.

### 3.6 ANÁLISES

O efeito da suplementação da virginiamicina no desempenho produtivo foi analisado pelas mensurações da produção de leite nos últimos cinco dias dos períodos intermediário e final, totalizando 15 ordenhas em sequência em cada período.

Já o efeito da virginiamicina na composição do leite (teores e produções de gordura, proteína, caseína, lactose e sólidos totais), bem como no NUL (nitrogênio ureico) e na CCS (contagem de células somáticas) foi estimado a partir de amostras de leite individuais coletadas no início, no meio e no final do período experimental, totalizando 15 amostras de leite por vaca no período pré-experimental, 15 amostras após 3 semanas de administração dos tratamentos e mais 15 amostras após 6 semanas de período experimental.

Uma amostra de dieta total (TMR), recém-colocada no cocho, foi semanalmente coletada, totalizando sete amostras, que foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR, em Curitiba-PR. Estas amostras foram mantidas sob refrigeração ao longo do ensaio e transportadas a Curitiba ao fim do experimento. As amostras descongeladas foram pré-secas a 60-65°C por 72 horas. A amostra pré-seca foi triturada em moinho estacionário Wiley Miller com peneira de malha 1 mm para posterior determinação dos teores de matéria seca a 100°C, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. A PB foi determinada por aparelho de destilação a vapor Microkjeldhal, enquanto os teores de FDN e FDA foram determinados de acordo com Van Soest et al. (1991). Foram coletadas, quinzenalmente, amostras da silagem de milho, silagem pré-secada de

azevém, feno de azevém e resíduo de cevada, volumosos e subprodutos ofertados aos lotes de vacas de alta produção. Estas amostras também foram enviadas e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR, em Curitiba-PR. Os valores médios obtidos para a composição dos alimentos volumosos e subprodutos e da composição da TMR para os lotes Controle e V-Max estão nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios das análises bromatológicas quinzenais dos volumosos e subprodutos usados ao longo do experimento.

<b>Nutriente</b>	<b>Silagem de milho</b>	<b>Pré - secado de azevém</b>	<b>Feno de azevém</b>	<b>Resíduo de cevada</b>
<b>% MS</b>	33,89	54,44	81,44	21,35
<b>% PB</b>	7,80	16,40	7,22	26,82
<b>% FDN</b>	42,09	47,59	68,49	63,02
<b>% FDA</b>	23,21	25,52	40,17	20,91
<b>% Lignina</b>	3,09	1,65	5,96	4,31
<b>% EE</b>	3,60	3,79	1,15	10,64
<b>% RM</b>	3,31	10,98	5,88	8,26
<b>% Ca</b>	0,20	0,51	0,33	0,49
<b>% P</b>	0,18	0,35	0,19	0,17

Fonte: A autora.

Tabela 4 – Valores médios das análises bromatológicas semanais da dieta total misturada (TMR) dos lotes Controle e V-Max

<b>Nutriente</b>	<b>Lote 3 (Controle)</b>	<b>Lote 4 (V-Max)</b>
<b>% MS</b>	43,02	42,32
<b>% PB</b>	17,78	17,86
<b>% FDN</b>	38,12	37,37
<b>% FDA</b>	17,73	17,60
<b>% Lignina</b>	2,31	2,35
<b>% EE</b>	5,24	4,76
<b>% RM</b>	7,18	7,56
<b>% Ca</b>	0,82	0,92
<b>%P</b>	0,35	0,28

Fonte: A autora.

### 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Animais foram blocados por produção de leite, por uso de bST (somatotropina bovina) no período covariável e por dias em leite. Dentro de cada bloco as vacas foram alocadas aleatoriamente aos tratamentos, com e sem suplementação de virginiamicina.

O modelo estatístico adotado foi: bloco (1 a 90) + vaca dentro de bloco (1 a 180) + covariável produção e composição de leite no período pré-experimental + período (intermediário e final) + dias (1 a 5) + tratamento (controle e V-Max<sup>®</sup>), através do procedimento MIXED do SAS v. 9.4 (2015). Para cada variável produtiva analisada, a melhor estrutura de covariância foi escolhida. O teste de Tukey-Kramer foi usado para comparar as médias ajustadas de cada tratamento, a um nível de significância de 1% e 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias ajustadas, erros padrões e significâncias das variáveis analisadas no modelo, para os grupos Controle e V-Max, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados obtidos para produção e composição do leite.

<b>Variáveis</b>	<b>Controle</b>	<b>V-Max</b>	<b>EPM</b>	<b>P &lt;</b>
<b>Produção de Leite</b>	49,310	50,340	0,340	0,03
<b>% de Gordura</b>	3,44	3,40	0,028	0,37
<b>% de Proteína</b>	2,93	2,98	0,013	<0,01
<b>% de Caseína</b>	2,27	2,32	0,010	<0,01
<b>% de Lactose</b>	4,69	4,69	0,001	0,84
<b>% de Sólidos</b>	12,04	12,09	0,038	0,37
<b>Totais</b>				
<b>Produção de Gordura</b>	1,640	1,704	0,020	0,02
<b>Produção de Proteína</b>	1,424	1,471	0,012	<0,01
<b>Produção de Caseína</b>	1,106	1,143	0,009	<0,01
<b>Produção de Lactose</b>	2,288	2,341	0,017	0,03
<b>Produção de Sólidos Totais</b>	5,753	5,897	0,051	<0,05
<b>Nitrogênio Ureico Leite</b>	15,68	15,91	0,140	0,25
<b>Escore Linear CCS</b>	2,02	1,98	0,124	0,82

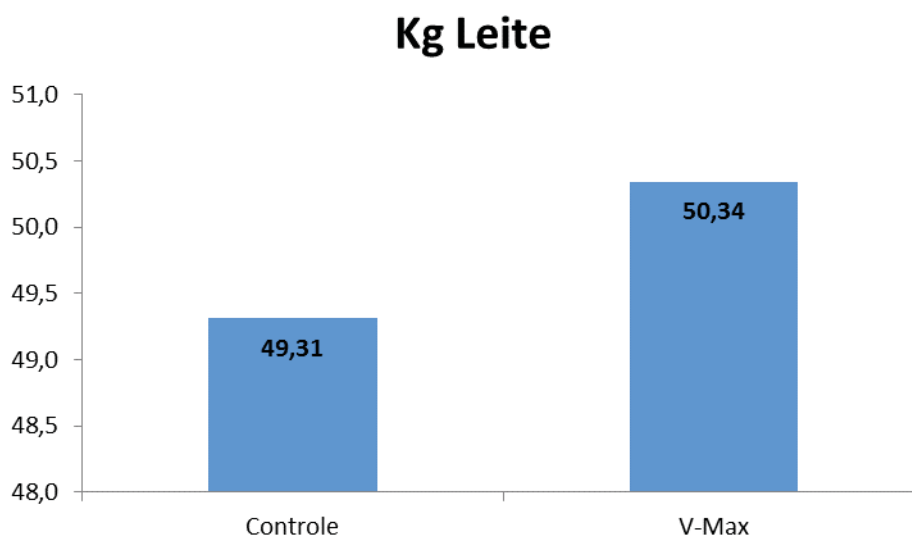
Fonte: dados da autora.

### 4.1 PRODUÇÃO DE LEITE

A produção de leite diferiu entre os dois grupos, mostrando-se maior ( $P=0,03$ ) no grupo V-Max, resultado que corrobora os de Clayton et al. (1999), que utilizaram a mesma dosagem de virginamicina em vacas Holandesas. Na Figura 6

há um comparativo entre os grupos Controle e V-Max; animais tratados com VM produziram 1,03 kg/vaca/dia a mais de leite que as vacas do grupo controle.

Figura 6: Produção de leite média dos grupos Controle e V-Max.



Fonte: dados da autora.

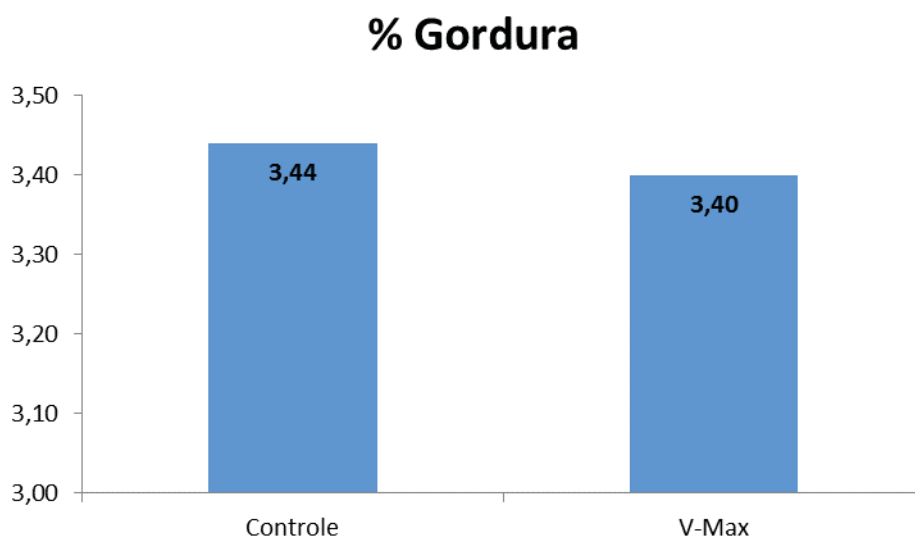
## 4.2 GORDURA

### 4.2.1 Porcentagem de gordura

O antimicrobiano virginiamicina é reconhecido por incrementar a gordura do leite de vacas suplementadas, por sua capacidade de modulação da fermentação ruminal, agindo nas bactérias gram-positivas, causadoras de acidose láctica (Nagaraja et al., 1987). Porém, diferentemente desta hipótese inicial, não foi observado aumento ( $P=0,37$ ) na porcentagem de gordura do leite no lote tratado com virginiamicina. As prováveis razões por este não aumento no percentual de gordura podem estar relacionadas ao rebanho utilizado que, provavelmente, não encontrava-se em acidose láctica no período experimental e já apresentava um percentual de gordura, no início do experimento, satisfatório para o alto volume de leite produzido.

Figura 7: Porcentagem de gordura para os lotes Controle e V-Max.





Fonte: dados da autora.

Uma das razões que nos levou a conduzir este experimento neste rebanho, é porque o mesmo convivia com um problema de depressão da gordura do leite em suas vacas lactantes, e isto representava um potencial de melhores resultados do aditivo suplementado. Nas vacas de alta produção, lotes que tivemos oportunidade de trabalhar, os percentuais de gordura eram baixos, ao redor de 3,0% G. No último controle leiteiro mensal que tivemos acesso (março de 2016), a média no dia do controle, para as 181 vacas de alta produção (Lotes 3 e 4) foi de 2,97% de gordura.

Tabela 6 – Resumo do controle leiteiro oficial mensal dos lotes 3 e 4 no ano de 2016.

<b>Data do Controle</b>	<b>No. Vacas</b>	<b>DEL</b>	<b>%Gordura</b>
<b>07/01/2016</b>	180	140	2,83
<b>04/02/2016</b>	180	140	2,98
<b>02/03/2016*</b>	181	132	2,97
<b>04/04/2016</b>	181	124	3,19
<b>02/05/2016</b>	180	111	3,46
<b>01/06/2016</b>	152	108	2,94
<b>04/07/2016</b>	180	119	3,28
<b>01/08/2016**</b>	179	121	3,25
<b>05/09/2016**</b>	160	132	3,44
<b>04/10/2016</b>	170	140	3,47
<b>04/11/2016</b>	180	154	3,47
<b>30/11/2016</b>	211	148	3,54

\*médias utilizadas para a elaboração do protocolo experimental.

\*\*médias dos controles realizados dentro do período experimental.

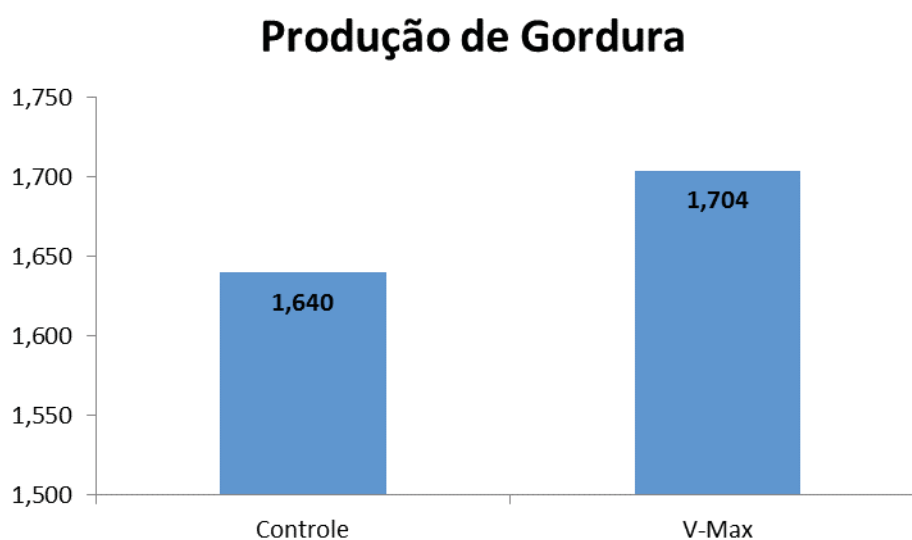
Fonte: Dados da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa.

Porém, como observado na Tabela 6, ao longo dos meses seguintes até o início do experimento (julho de 2016), os percentuais de gordura aumentaram notadamente nos lotes experimentais, o que pode justificar a ausência de efeito da VM nos teores de gordura do leite. Em face ao exposto, nas condições experimentais aqui relatadas, a virginiamicina não ofereceu benefício quanto ao incremento dos teores de gordura do leite.

#### 4.2.2 Produção de gordura em kg

Apesar de não constatararmos melhoria na porcentagem de gordura com a suplementação de virginiamicina, os animais tratados com V-Max apresentaram maiores ( $P=0,02$ ) produções de gordura em quilogramas. A produção de gordura do lote Controle foi de 1,640 kg/dia e do lote V-Max foi de 1,704 kg/dia, um acréscimo ( $P<0,05$ ) de 64 g/vaca/dia. Portanto, quando se analisa a produção de gordura em kg e não mais em porcentagem, podemos afirmar que a virginiamicina ofereceu benefícios ao lote tratado.

Figura 8: Produção de gordura em quilogramas dos grupos Controle e V-Max.



Fonte: a autora.

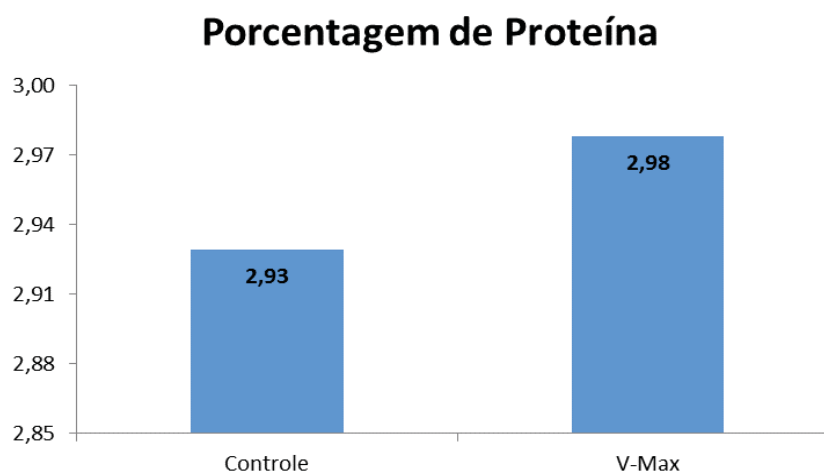
## 4.3 PROTEÍNA

### 4.3.1 Porcentagem de proteína

Observou-se diferença ( $P < 0,01$ ) entre os dois lotes para a porcentagem de proteína; a média do grupo Controle foi de 2,93% e a média do grupo V-Max de 2,98%. Portanto, pode-se dizer que o antimicrobiano V-Max aumentou a porcentagem de proteína no leite, diferentemente do observado nos trabalhos de Clayton et al. (1999), Valentine et al. (2000) e Coe et al. (1999), onde não foi detectado aumento de proteína no leite.

Esse incremento pode ter sido causado por um dos efeitos atribuídos à virginiamicina que é o de reduzir a desaminação proteica dos alimentos no rúmen. Isso acontece porque a mesma age nas duas principais bactérias responsáveis pela desaminação de proteínas: *Clostridium aminophilum* e *Clostridium stickandii* (Silva, 2013), aumentando assim a PNDR, que será absorvida no duodeno e utilizada diretamente pela glândula mamária para síntese proteica. Porém é importante lembrar que esse efeito por si só não garante uma melhora na proteína do leite. É necessário que a PNDR seja de qualidade e apresente adequado perfil de aminoácidos, para garantir sua eficiência. Esta melhoria no teor de proteína observada no presente estudo, mas não constatada nos demais trabalhos revisados, também pode ser fruto da excepcional produção de leite das vacas deste trabalho, o que pode ter aumentado a relevância de um pequeno aporte adicional de PNDR.

Figura 9: Porcentagem de proteína dos grupos Controle e V-Max.

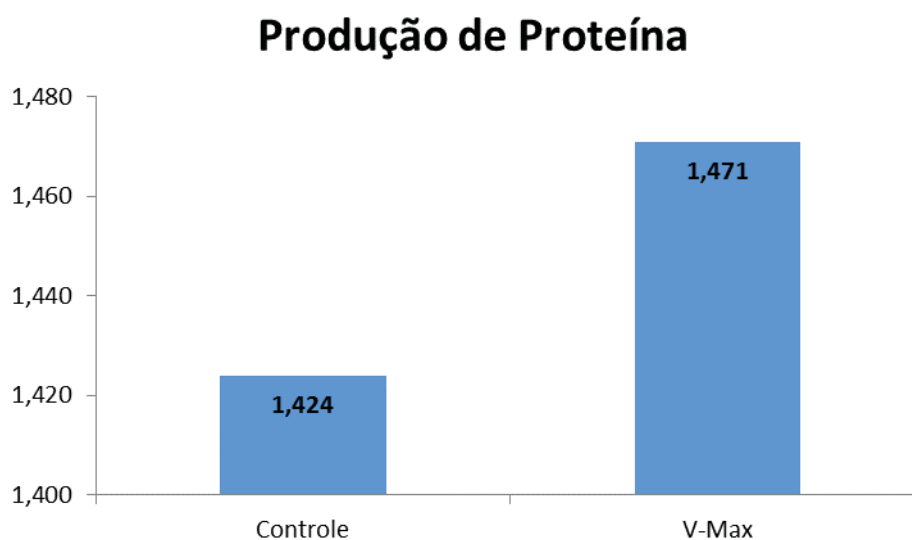


Fonte: a autora.

#### 4.3.2 Produção de proteína em kg

Não é de se admirar que observamos uma diferença ( $P<0,01$ ) na produção de proteína em kg entre os tratamentos, já que as vacas tratadas com VM apresentaram tanto maior produção de leite como também maior teor de proteína. A média do grupo Controle foi de 1,424 kg e a média do grupo V-Max foi de 1,471 kg, uma superioridade de 47 g/vaca/dia a favor ( $P<0,01$ ) dos animais tratados com virginiamicina.

Figura 10: Produção de proteína em quilogramas dos grupos Controle e V-Max.



Fonte: a autora.

#### 4.4 CASEÍNA

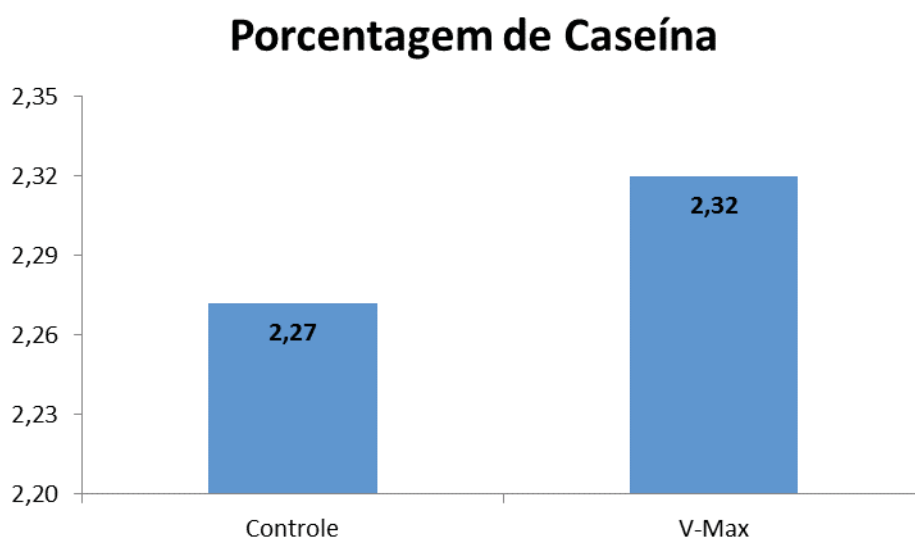
##### 4.4.1 Porcentagem de caseína

Também constatou-se diferença ( $P<0,01$ ) no percentual de caseína do leite entre o lote V-Max e o lote Controle; sendo que a média do lote V-Max foi de 2,32%, enquanto a média do Controle foi de 2,27%.

A caseína representa a maior e economicamente mais relevante fração da proteína do leite e ao ser observada diferença na proteína do leite produzido pelos

animais do lote V-Max, cabia a pergunta se este aumento na proteína total era devido ao aumento da caseína, das proteínas do soro ou ainda devido ao aumento na fração de NNP, particularmente ureia. Assim é importante concluir que a proteína total do leite aumentou nos animais tratados com VM devido ao aumento na caseína. Neste caso, a caseína representou cerca de 78% da proteína do leite.

Figura 11: Porcentagem de caseína dos grupos Controle e V-Max.



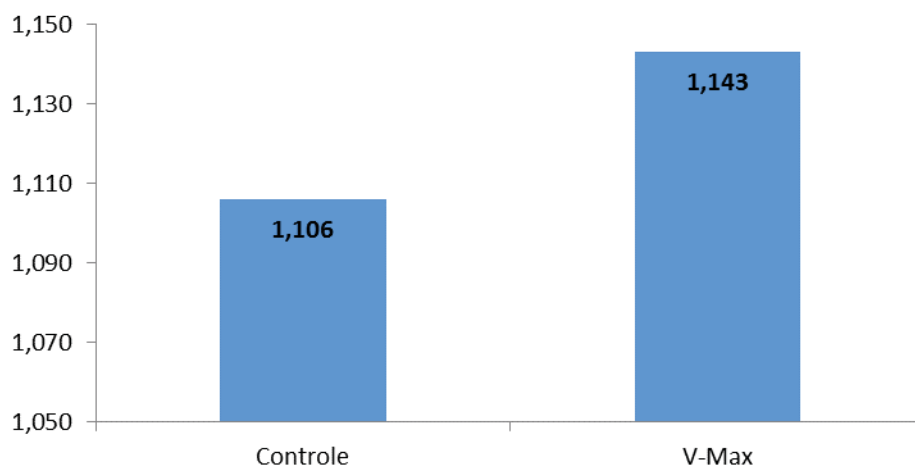
Fonte: a autora.

#### 4.4.2 Produção de caseína em kg

Vacas suplementadas com VM apresentaram maiores ( $P<0,01$ ) produções de caseína, com médias de 1,106 e 1,143 kg/vaca/dia para os lotes Controle e V-Max, respectivamente, um acréscimo de 37 g/vaca/dia nos animais tratados com VM.

Figura 12: Produção de caseína em quilogramas dos grupos Controle e V-Max.

## Produção de Caseína



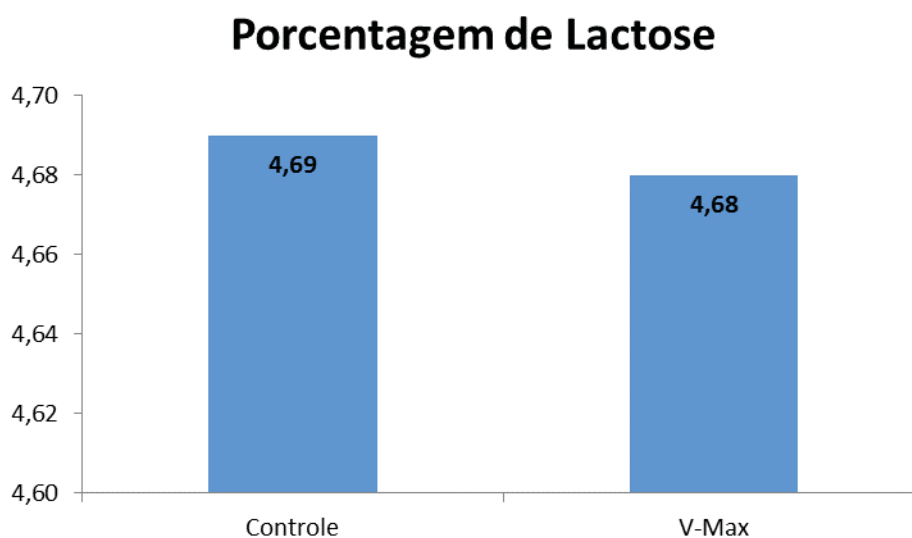
Fonte: a autora.

### 4.5 LACTOSE

#### 4.5.1 Porcentagem de lactose

Em relação à porcentagem de lactose, não houve diferença ( $P=0,84$ ) neste componente do leite entre animais tratados e controle. O lote Controle apresentou teor de lactose médio de 4,69%, enquanto que o lote V-Max média de 4,68%. Portanto, a virginiamicina não ofereceu benefícios quanto a porcentagem de lactose, resultado este que difere dos relatados por Clayton et al. (1999), que observaram além do incremento na produção de leite em animais tratados com virginiamicina, também o aumento na porcentagem de lactose.

Figura 13: Porcentagem de lactose dos grupos Controle e V-Max.

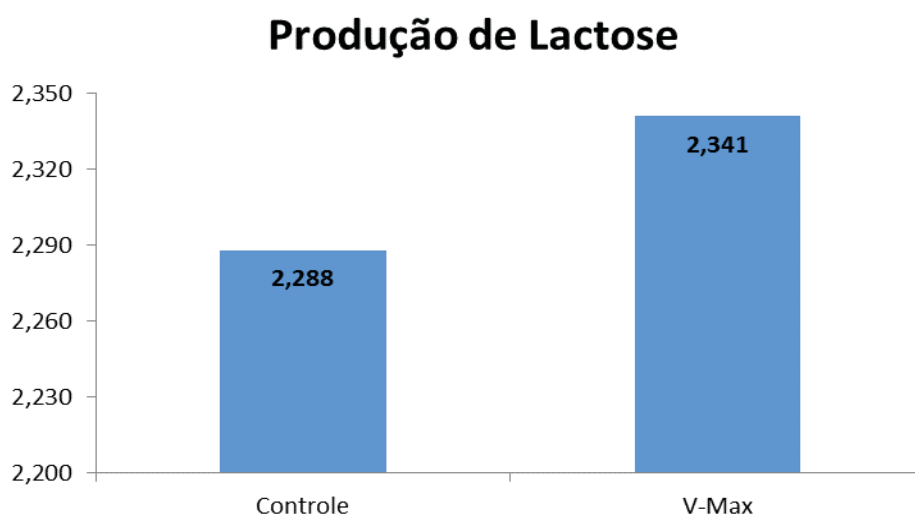


Fonte: a autora.

#### 4.5.2 Produção de lactose em kg

A lactose está intimamente relacionada com a produção de leite e o aumento da lactose reflete também no aumento da produção de leite, visto que a quantidade de água drenada para a glândula mamária está diretamente ligada à quantidade de lactose sintetizada. Além disso, o propionato é o principal precursor da glicose e este é o precursor básico da lactose. O aumento do propionato atribuído à virginiamicina pode ser a origem da diferença significativa, para quilogramas de lactose e de leite, entre o grupo de animais Controle e o lote V-Max. Vacas do grupo Controle produziram 2,288 kg e a média do grupo V-Max foi de 2,341 kg/vaca/dia, um acréscimo ( $P=0,030$ ) de 53 g/vaca/dia de lactose com a suplementação.

Figura 14: Produção de lactose em quilogramas dos grupos Controle e V-Max.



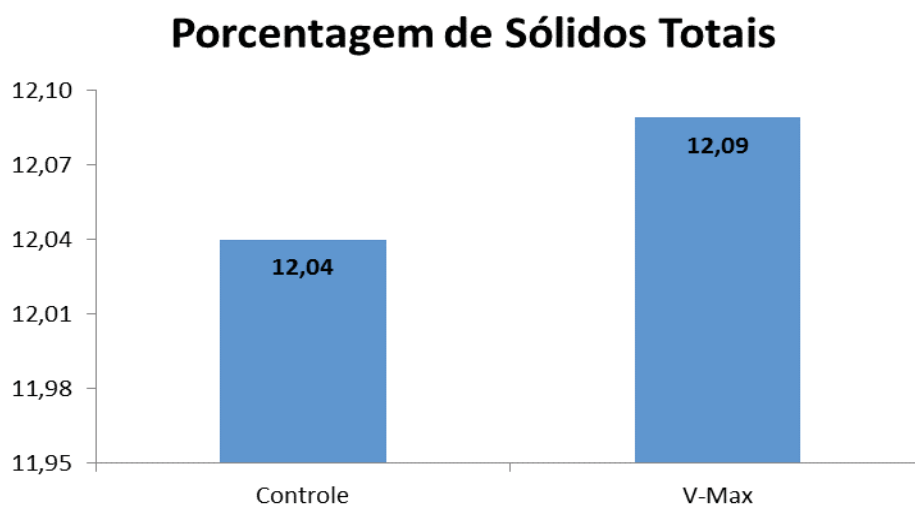
Fonte: a autora.

## 4.6 SÓLIDOS TOTAIS

### 4.6.1 Porcentagem de sólidos totais

Não foi detectada diferença ( $P=0,37$ ) entre animais suplementados com virginiamicina e controle no que se refere ao percentual de sólidos totais do leite; o grupo Controle apresentou média ajustada de 12,04% e o grupo V-Max de 12,09% de sólidos totais.

Figura 15: Porcentagem de sólidos totais dos grupos Controle e V-Max.



Fonte: a autora.

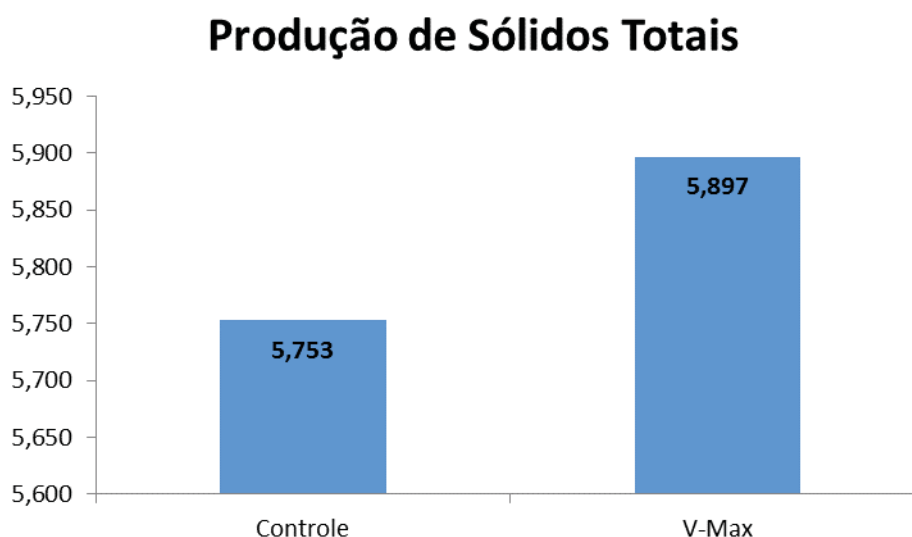


#### 4.6.2 Produção de sólidos totais em kg

Já em relação a produção em quilogramas de sólidos totais, observou-se diferença significativa ( $P=0,05$ ) entre o grupo Controle e o grupo V-Max, com médias ajustadas de 5,753 e 5,897 kg/vaca/dia, respectivamente, um incremento de 144 g/vaca/dia.

Esta diferença pode ser explicada pela quantidade de leite produzido, que foi maior no grupo V-Max; portanto o antimicrobiano pode ter apresentado o benefício de aumentar a produção, em kg de leite, sem diminuir os sólidos totais encontrado no mesmo. Em outras palavras, o aumento da produção de leite foi acompanhado pelo aumento concomitante de sólidos. Também cabe registrar a impressionante produção de sólidos totais das vacas experimentais em ambos os tratamentos, com a produção de quase 6,0 kg/vaca/dia de sólidos, produção esta raramente observada em outros rebanhos nacionais.

Figura 16: Produção de sólidos totais em quilogramas dos grupos Controle e V-Max.



Fonte: a autora.

#### 4.7 NITROGÊNIO UREICO DO LEITE

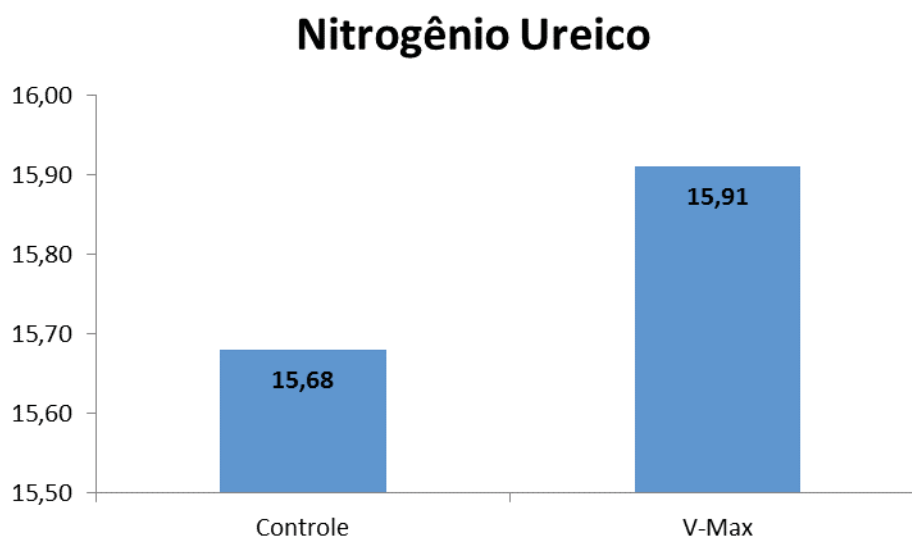
Os valores de NUL considerados ideais são de 10 a 14 mg/dL. Tanto no grupo Controle, quanto no grupo V-Max foram observadas médias superiores, sendo

essas 15,68 e 15,91 mg/dL, respectivamente. Essa pequena diferença entre os grupos não foi significativa ( $P=0,25$ ), não sendo, portanto, detectado benefício da virginiamicina sobre os valores de excreção de nitrogênio ureico no leite.

Mesmo o NUL sendo considerado um indicativo de excesso de proteína bruta da dieta ou de presença de proteína de baixa qualidade, ou ainda da escassez de carboidratos fermentescíveis na dieta, é importante salientar quão variável pode ser esse valor. O teor pode variar ao longo do dia, entre animais, estágio de lactação, produção de leite, etc. Animais com alta produção de leite, como é o caso das vacas que participaram desse estudo, tendem a apresentar concentrações de NUL mais altas (Jonker et al, 1998), e valores até 16,0 mg/dL são aceitáveis neste caso.

Também, quando observamos a PB da dieta experimental, ela encontra-se acima das recomendações usuais para vacas lactantes, que ficam em torno de 16-16,5% PB, sendo 17,78% em média para a dieta do grupo Controle e 17,86% em média para a dieta do grupo V-Max.

Figura 17: Nitrogênio ureico do leite dos grupos Controle e V-Max.



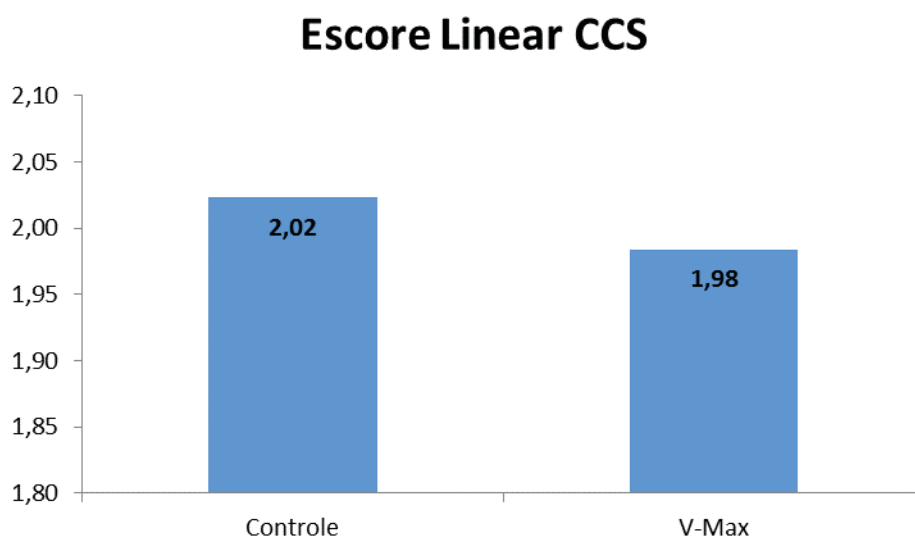
Fonte: a autora.

#### 4.8 ESCORE LINEAR DE CCS

Não houve diferença significativa ( $P=0,82$ ) para escore linear de CCS, entre os dois grupos; a média ajustada do grupo Controle foi de 2,02 e a média do grupo V-Max foi de 1,98. De acordo com a tabela de correspondência entre CCS e escore linear publicada por Philpot e Nickerson (1991), as vacas experimentais de ambos os grupos apresentaram uma ótima sanidade da glândula mamária, o que não é surpreendente, visto a excepcionalmente alta produção de leite verificada.

Em termos de ocorrência de mastite clínica durante o período experimental, entre os 180 animais acompanhados por 7 semanas, apenas 4 animais apresentaram eventos de mastite clínica no período covariável, apenas um animal no período intermediário e 3 animais no período final.

Figura 18: Escore linear de contagem de células somáticas do leite dos grupos Controle e V-Max.



Fonte: a autora.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O antimicrobiano virginiamicina notadamente apresentou benefícios em relação à produção e composição do leite produzido por vacas Holandesas de alta produção. O efeito esperado de aumento no teor de gordura com a suplementação de virginiamicina não foi observado, provavelmente pelo fato de as vacas experimentais não estarem em acidose láctica ou num quadro de depressão da gordura do leite.

Os incrementos nos teores de proteína e caseína e os aumentos nas produções em quilogramas de leite e de todos os componentes avaliados são relevantes e merecem confirmação em novos experimentos a serem conduzidos em rebanhos menos produtivos e de menor tecnologia.

O presente estudo trouxe resultados que são um passo a mais para a adoção da virginiamicina como um importante aditivo para vacas leiteiras em lactação, assim como já é considerado para a bovinocultura de corte e para bovinos leiteiros em crescimento.

## REFERÊNCIAS

ARRIAGA, H. et al. Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. *Journal of Dairy Science*, v. 92, p. 2004-2015, 2009.

BATISTA, S.S.; PRADO, G.F.; FREITAS, P.I.; PRADO, T.A. O uso da virginiamicina em dietas de alta proporção de concentrados para bovinos. *Caderno de Pós-graduação da FAZU*, v. 2, 2011. Disponível em: <http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/465/357>. Acesso em: 12 de dez. 2016.

BUTLER, W.R. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. Symposium: Optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 2533-2539, 1998.

BRITO, M.A.; BRITO, J.R.; ARCURI, E.; LANGE, G.; SILVA, M.; SOUZA, G. Agência de Informação Embrapa-Agronegócio do Leite: Células somáticas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_179\\_21720039246.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_179_21720039246.html). Acesso em 15 de fev de 2017.

CLAYTON, E.H. et al. Effects of feeding virginiamycin and sodium bicarbonate to grazing lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 1545-1554, 1999.

COE, M.L. et al. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during an induced acidosis. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 2259-2268, 1999.

DANÉS, M.A.C. Composição do leite como ferramenta de avaliação de dietas de vacas em lactação (Parte 1/2). Postado em 24 de jul. 2012. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/composicao-do-leite-como-ferramenta-de-avaliacao-de-dietas-de-vacas-em-lactacao-parte-79947n.aspx>. Acesso em 07 de fev. 2017.

DANÉS, M.A.C. Composição do leite como ferramenta de avaliação de dietas de vacas em lactação (Parte 2/2). Postado em 09 de ago. 2012. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/composicao-do-leite-como-ferramenta-de-avaliacao-de-dietas-de-vacas-em-lactacao-parte-22-80150n.aspx>. Acesso em 07 de fev. 2017.

GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. *In: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras*. p. 5. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

HILL, J.A.G. et al. Efeito da virginiamicina via oral sobre a produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e pH de fezes em vacas leiteiras. *Ciência e Cultura*, n. 31, *FACIAG*, v. 02, p. 53-59, 2002.

JERSZURKI, D.; NAVARRO, R.B.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F.; ALMEIDA, R. Eficiência na utilização do nitrogênio dietético em rebanhos leiteiros especializados e suas implicações ambientais. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA*

DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. *Anais...* Bahia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

JONKER, J.S. et al. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 1218-1226, 2002.

JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 2681-2692, 1998.

MEZZADRI, F.P. Análise da Conjuntura Agropecuária/SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - DERAL - Departamento de Economia Rural. Leite-Ano 2014. Paraná, 2015, 21p.

MINGOTI, R.D. Desempenho produtivo, digestão e metabolismo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes concentrações de quitosana nas dietas. 2013. 107f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP. 2013.

MOURÃO, R.C. et al. Aditivos alimentares para vacas leiteiras. *Revista Eletrônica Nutritime*. Artigo 179, v. 9, p. 2011-2040, setembro/outubro 2012. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/home/?pg=revista\\_nutritime&id=72](http://www.nutritime.com.br/home/?pg=revista_nutritime&id=72) Acesso em 02 de fev. 2017.

NAGARAJA, T.G. et al. In vitro lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. *Journal Animal Science*, v. 65, p. 1064-1076, 1987.

NETO, J.A.A. Determinação da melhor dose de virginamicina em suplementos para bovinos Nelore em pastejo. 2014. 32f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP. 2014.

NUÑEZ, A.J.C. et al. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nellore steers fed high concentrate diets. *Scientia Agricola*, v. 70, p. 229-236, julho/agosto 2013.

OLIVEIRA, I.S. et al. Salinomycin and virginimycin for lactating cows supplemented on pasture. *Scientia Agricola*, v. 72, p. 285-290, julho/agosto 2015.

OLMOS COLMENERO, J.J.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 89, p. 1704-1712, 2006.

ORTOLAN, J.H. Efeito de aditivos no metabolismo ruminal e parâmetros sanguíneos em bovinos. 2010. 66f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP. 2010.

PEDROSO, A.M. Acidose ruminal-causas e soluções. Disponível em <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/acidose-ruminal-causas-e-solucoes-31530n.aspx>. Acesso em: 25 de mai. 2016.

PONCHEKI, J.K.; CARNEIRO, J.H.; ALMEIDA, R. 2015. Manejo nutricional da vaca leiteira para otimizar a composição do leite. II Simpósio Nacional da Vaca Leiteira. Anais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 121-159.

RODRIGUES, P.H.M. et. al. Capítulo XIII: Estratégias de Mitigação e Metodologias para Mensuração da Emissão de Metano em Bovinos. *In*: VII Simpósio Pós-graduação: Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal, 2013, Pirassununga-SP, Anais Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal, 5D Editora, p. 247-265, 2013.

SANTOS, M.V. Entendendo a média geométrica da contagem de células somáticas. Postado em 16 de ago. 2002. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/qualidade-do-leite/entendendo-a-media-geometrica-da-contagem-de-celulas-somaticas-16220n.aspx>. Acesso em 15 de fev. 2017.

SILVA, R.C. Suplementação da dieta de vacas leiteiras mantidas em pastagens com virginiamicina e soja crua tostada. 2013. 60f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal-SP. 2013.

SOUZA, J.S. Eficiência de utilização de nitrogênio e fósforo em rebanho leiteiro. Tese de mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2010.  
SUZUKI, N. et al. Purification and characterization of virginiamycin M<sub>1</sub> reductase from *Streptomyces virginiae*. Antimicrob Agents Chemother. v. 42, p. 2985-2988.

VALENTINE, S.C. et al. Effect of virginiamycin and sodium bicarbonate on milk production, milk composition and metabolism of dairy cows fed high levels of concentrate. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 40, p. 773-781, 2000.

## ANEXO 1 – TERMO DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 055/2016, referente ao projeto “EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM VIRGINAMICINA EM VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO”, sob a responsabilidade de Rodrigo de Almeida – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro, de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 1 de invasividade, em reunião de 10/08/2016.

Vigência do projeto	Setembro/2016 até Outubro/2016
Espécie/Linhagem	<i>Bos</i> sp. (bovino) / Holandesa
Número de animais	180
Peso/Idade	700 kg / 24 a 96 meses
Sexo	Fêmea
Origem	Fazenda em Castro – PR

### CERTIFICATE

We certify that the protocol number 055/2016, regarding the project “EFFECT OF SUPPLEMENTATION WITH VIRGINAMYCIN IN HIGH PRODUCTION DAIRY COWS” under Rodrigo de Almeida supervision – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October, 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July, 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of the State of Paraná, Brazil), with degree 1 of invasiveness, in session of 10/08/2016.

Duration of the project	September/2016 until October/2016
Species/Line	<i>Bos</i> sp. (bovine) / Holstein
Number of animals	180
Weight/Age	700 kg / 24 to 96 months
Sex	Female
Origin	Farm in Castro – PR

Curitiba, 10 de agosto de 2016.

  
 Simone Tostes de Oliveira Stedile  
 Coordenadora CEUA-SCA