



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

JOSÉ GERALDO BEZERRA GALVÃO JÚNIOR

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE EM FAZENDAS COM
CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA NO NORDESTE DOS ESTADOS UNIDOS**

MOSSORÓ – RN
2017

JOSÉ GERALDO BEZERRA GALVÃO JÚNIOR

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO
ORGÂNICA NO NORDESTE DOS ESTADOS UNIDOS**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção Animal

Orientador: Prof.º Dr. Jean Berg Alves da Silva – UFERSA

Coorientador: Prof.º Dr. Adriano Henrique do Nascimento Rangel – UFRN.

MOSSORÓ – RN
2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

G182p Galvão Júnior, José Geraldo Bezerra.
Produção e qualidade do leite em fazendas com
certificação orgânica no nordeste dos Estados
Unidos / José Geraldo Bezerra Galvão Júnior. -
2017.
75 f. : il.

Orientador: Jean Berg Alves da Silva.
Coorientador: Adriano Henrique do Nascimento
Rangel.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2017.

1. manejo. 2. mastite. 3. raça. 4. saúde do
úbere. I. Silva, Jean Berg Alves da, orient. II.
Rangel, Adriano Henrique do Nascimento, co-
orient. III. Título.

JOSÉ GERALDO BEZERRA GALVÃO JÚNIOR

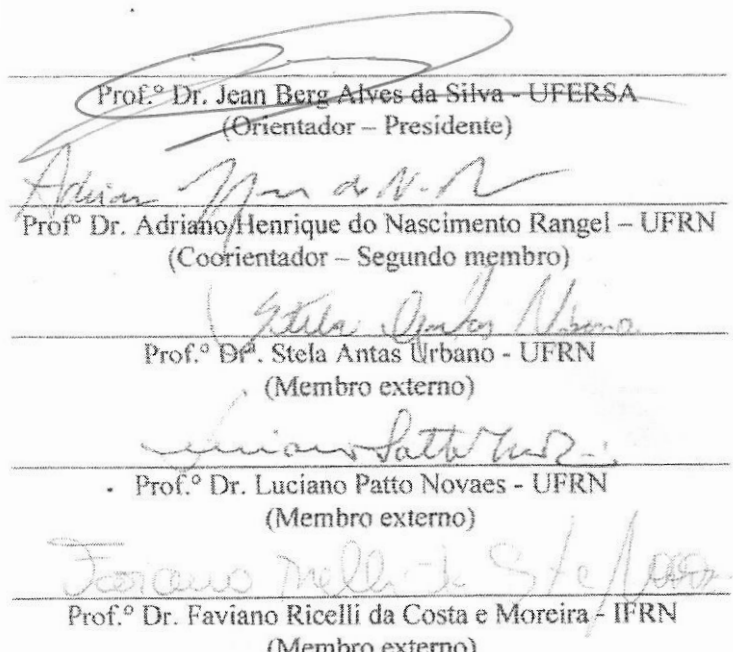
**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO
ORGÂNICA NO NORDESTE DOS ESTADOS UNIDOS**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção Animal

Aprovação em 21 de fevereiro de 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof.º Dr. Jean Berg Alves da Silva - UFERSA
(Orientador – Presidente)

Prof.º Dr. Adriano Henrique do Nascimento Rangel – UFRN
(Coorientador – Segundo membro)

Prof.º Dr. Stela Antas Urbano - UFRN
(Membro externo)

Prof.º Dr. Luciano Patto Novaes - UFRN
(Membro externo)

Prof.º Dr. Faviano Ricelli da Costa e Moreira - IFRN
(Membro externo)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSÉ GERALDO BEZERRA GALVÃO JÚNIOR nasceu em 06 de janeiro de 1984 na cidade de Acari/RN, filho de José Geraldo Bezerra Galvão e Maria Francisca Bezerra. Cresceu na zona rural dessa cidade ajudando seus pais nas atividades diárias do campo. Coursou Ensino Básico (1ª a 4ª série) na Escola Estadual Tomáz de Araújo e Escola Estadual Drº José Gonçalves de Medeiros (5ª a 8ª série). Aos 14 anos de idade foi aprovado em processo seletivo para cursar o Ensino Médio e Curso Técnico em Agropecuária na atual Escola Agrícola de Jundiá, em Macaíba/RN, concluindo as atividades em 2001. Neste ano prestou vestibular ao curso de Graduação em Zootecnia, no qual obteve êxito, iniciando os estudos em agosto de 2002. No ano de 2005 foi aprovado e nomeado em concurso pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN para o cargo de operador de sistemas de águas e esgotos com lotação no bairro de Cidade Satélite, Natal/RN. Em 2006 foi aprovado e nomeado em concurso público pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte – EMATER/RN para o cargo de extensionista rural com lotação no município de Timbaúba dos Batistas/RN. Em 2007 foi aprovado e nomeado em concurso público pelo atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN para o cargo de Técnico em Laboratório Agrícola com lotação no município de Ipanguaçu/RN. Em 2009 recebeu o título de Bacharel em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Em 2010 iniciou as atividades do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal – UFRN/UFERSA (Universidade Federal do Semi-Árido), com conclusão e obtenção do título de Mestre em 2012. No mesmo ano, foi nomeado para o cargo de Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no IFRN – Campus Ipanguaçu, função que exerce até os dias atuais. Em 2013 iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UFERSA em nível de doutorado. Entre maio/2015 e maio/2016 participou do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior – PDSE, no qual desenvolveu atividades acadêmicas junto à University of New Hampshire – UNH, USA, pelo período de 01 ano.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, minha esposa,
minhas irmãs e meus sogros.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que deram o mínimo de contribuição para o alcance deste objetivo;

Ofereço minha gratidão aos meus pais, minhas irmãs, minha esposa, sogros, cunhados, demais familiares e amigos;

Agradeço à infinita colaboração dos mestres Prof.º Adriano Rangel, Prof.º Jean Berg, Prof.º André Brito, Prof.º Luciano Novaes e Prof.º Alfredo Freitas;

Agradeço aos docentes do PPGCA, membros que participaram das bancas de seleção, projeto, qualificação final e defesa. Obrigado pelas suas colaborações;

Agradeço o apoio das Instituições: UFERSA, IFRN, UFRN, UNH, CAPES e CNPq, que colaboraram com apoio institucional em diversos aspectos;

Agradeço aos que fizeram e fazem parte do LABOLEITE/UFRN e que se dispuseram a ajudar em diversas atividades: Rayssa Bezerril, Raniere Pinheiro, Priscilla Faria, Emanuella Moura, Kyvia Dias, Daniele Sales, Bruna Emerenciano, Cláudio Avelino, Stela Antas, entre outros;

Aos colegas e contemporâneos do PPGCA, especialmente Jacinara Hody e Renata Nayara, que sempre apresentaram habilidade colaborativa;

Agradeço aos fazendeiros que abriram as porteiras das suas fazendas para o desenvolvimento das pesquisas;

Enfim, agradeço a todos que acreditaram e estarão felizes com os resultados deste trabalho.

A persistência é o caminho
do êxito.

(Charlie Chaplin)

PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA NO NORDESTE DOS ESTADOS UNIDOS

GALVÃO JÚNIOR, José Geraldo Bezerra. Produção e qualidade do leite em fazendas com certificação orgânica no nordeste dos Estados Unidos, 2017. 75p. Tese. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, Brasil, 2017.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e a qualidade do leite em quatorze fazendas leiteiras com certificação orgânica em cinco estados na região nordeste dos Estados Unidos, através da avaliação de 14246 observações de testes mensais, com informações de produção e saúde da glândula mamária de animais da raça Holandesa (HO), Jersey (JE) e cruzados Holandês-Jersey (XX), no período de maio/2012 a junho/2015. O número de vacas lactantes nos rebanhos (média $\pm$ desvio padrão) foi 38 ± 18 . O rendimento de leite (RL) e seus constituintes foram $21,33 \pm 8,04$ kg/animal/dia, concentração de proteína no leite (PROT) $3,28 \pm 0,45\%$, concentração de gordura no leite (GOR) $4,26 \pm 0,98\%$ e escore linear de células somáticas (ECCS) $2,54 \pm 1,80 \sim CCS = 73 \pm 44 \times 10^3$ cels/mL. Avaliaram-se a produção e composição do leite e saúde da glândula mamária entre as raças das vacas entre as estações do ano e estação de pastejo (EP) e sem pastejo (NEP) na região nordeste dos Estados Unidos. Nas estações do ano, o RL foi maior na primavera ($22,51$ kg/dia) ($P < 0,05$), sendo superior $1,04$, $1,58$ e $1,96$ kg/dia em comparação ao inverno, verão e outono, respectivamente. O ECCS foi maior no verão ($ECCS = 2,60 \sim CCS = 76 \times 10^3$ cels/mL) ($P < 0,05$) e menor na primavera ($ECCS = 2,44 \sim CCS = 68 \times 10^3$ cels/mL). Nas raças, o RL e o leite corrigido para 4% de gordura (LCG4) apresentaram melhor e significativo ($P < 0,05$) desempenho na HO, seguida pela XX e JE. O ECCS foi maior na raça HO ($P < 0,05$), e não diferiu entre JE e XX. Na EP, as variáveis RL e LCG4 foram superiores à NEP. Apenas GOR apresentou média maior e significativa ($P < 0,05$) na NEP comparada à EP. Foram estimadas as perdas de rendimento de leite em função da contagem de células somáticas no leite, considerando os efeitos de raça da vaca, parição (primípara ou múltipara) e estágio de lactação. As perdas no RL corresponderam a $0,47$ kg/dia ($2,4\%$) da lactação, equivalente a 150 kg em 320 dias de lactação. As estimativas de perdas entre HO, JE e XX foram $0,32$ kg/dia ($2,04\%$), $0,26$ kg/dia ($2,83\%$) e $0,27$ kg/dia ($1,09\%$), respectivamente. As estimativas de perdas foram superiores nas múltiparas $0,40$ kg/dia ($2,59\%$) comparadas às primíparas $0,16$ kg/dia ($1,27\%$), embora, nos primeiros 30 dias de lactação, as estimativas de perdas tenham sido superiores nas primíparas. O decréscimo no RL foi mais acentuado nos primeiros 30 dias pós-parto e ao final da lactação para todos os efeitos. Os resultados obtidos demonstram a importância da observação dos efeitos das estações do ano, raças, estação de pastejo, número de lactações e estágio de lactação na produção, composição e saúde da glândula mamária em rebanhos sob manejo orgânico na região em estudo, como ferramenta para o ajuste de manejo dos rebanhos e obtenção de melhores índices de produção e qualidade do leite e redução das perdas produtivas associadas à mastite.

Palavras-chave: manejo, mastite, raça, saúde do úbere.

MILK PRODUCTION AND QUALITY IN ORGANICALLY CERTIFIED FARMS IN THE NORTHEAST OF THE UNITED STATES

GALVÃO JÚNIOR, José Geraldo Bezerra. Produção e qualidade do leite em fazendas com certificação orgânica no nordeste dos Estados Unidos, 2017. 75p. Tese. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, Brasil, 2017.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate milk production performance and quality in 14 organically certified dairy farms in 05 states in the northeastern United States, through the evaluation of 14,246 records of monthly tests, with information on production and mammary gland health of Holstein (HO), Jersey (JE) and Holstein-Jersey cross-bred (XX) cows, in the period from May/2012 to June/2015. The number of lactating cows in the herds (mean $\pm$ standard deviation) was 38 ± 18 . Milk yield (MY) and milk constituents were 21.33 ± 8.04 kg/animal/day, milk protein concentration (MPY) was $3.28 \pm 0.45\%$, milk fat concentration (MFC) was $4.26 \pm 0.98\%$ and linear somatic cell count score (SCCS) was $2.54 \pm 1.80 \sim \text{SCC} = 73 \pm 44 \times 10^3$ cells/mL. Milk production and composition and health of the mammary gland among the cow breeds were evaluated in the seasons and grazing season (GS) and non-grazing season (NGS) in the Northeastern region of the United States. Among the seasons of the year, MY was higher in the spring (22.51 kg/day) ($P < 0.05$), being higher by 1.04, 1.58 and 1.96 kg/day compared to winter, summer and autumn, respectively. SCCS was higher in the summer ($\text{SCCS} = 2.60 \sim \text{SCC} = 76 \times 10^3$ cells/mL) ($P < 0.05$) and lower in the spring ($\text{SCCS} = 2.44 \sim \text{SCC} = 68 \times 10^3$ cells/mL). Regarding the breeds, MY and milk corrected to 4% fat (4% FCM) presented better and significant ($P < 0.05$) performance in HO, followed by XX and JE. SCCS was higher in HO ($P < 0.05$), and it did not differ between JE and XX. In the GS, the variables MY and 4% FCM were higher than in the NGS. Only MFC had a higher and significant mean ($P < 0.05$) in the NGS compared to the GS. Milk yield losses were estimated as a function of somatic cell counts in milk, considering the effects of cow breed, parity (primiparous or multiparous) and lactation stage. MY losses corresponded to 0.47 kg/day (2.4%) of lactation, equivalent to 150 kg in 320 days of lactation. Estimated losses between HO, JE and XX were 0.32 kg/day (2.04%), 0.26 kg/day (2.83%) and 0.27 kg/day (1.09%), respectively. Estimated losses were higher in multiparous cows 0.40 kg/day (2.59%) compared to primiparous 0.16 kg/day (1.27%), although, estimated losses were higher in primiparous cows during the first 30 days of lactation. The decrease in MY was more pronounced in the first 30 days post-partum, and at the end of lactation for all effects. The results obtained demonstrate the importance of observing the effects of seasonality, breed, grazing season, number of lactations and lactation stage in milk production and composition, and health of the mammary gland in herds under organic management in the study region, and they can be used as a tool to adjust herd management and to obtain better indexes of milk production and quality, reducing productive losses associated with mastitis.

Keywords: management, mastitis, breed, udder health.

LISTA DE SIGLAS

CCS	contagem de células somáticas
DEL	dias em lactação
DHIA	Associação de Melhoramento do Rebanho Leiteiro
DP	desvio-padrão
ECCS	escore linear de contagem de células somáticas
EP	estação de pastejo
GOR	percentual de gordura no leite
HO	raça Holandesa
IC	intervalo de confiança
IMS	ingestão de matéria seca
IGM	inflamação da glândula mamária
JE	raça Jersey
LCG4	leite corrigido para 4% de gordura
LI	limite inferior
LS	limite superior
MC	mastite clínica
MS	mastite subclínica
NEP	(não) estação de pastejo
NL	número de lactação
PB	proteína bruta
PCR	reação em cadeia de polimerase
PROT	percentual de proteína no leite
RG	rendimento de gordura no leite (kg)
RL	rendimento de leite
RP	rendimento de proteína no leite (kg)
SAS	Sistema de Análise Estatística
SC	simetria composta
TMR	dieta total
XX	animais cruzados Holandês x Jersey

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Pág.

Tabela 1.	Perda estimada de leite em dia de teste (kg; % médio de rendimento de leite para a dada parição em parênteses) e intervalo de confiança de 95% (em colchetes, onde disponível) com o aumento de CCS ($\times 10^3$ cels/mL) em alguns artigos publicados	25
-----------	---	----

Capítulo 2

Tabela 1.	Datas médias do início e fim da estação de pastejo (EP) e duração da estação relativas às fazendas em estudo da região em estudo	40
Tabela 2.	Estatísticas descritivas para as variáveis de composição do leite e saúde da glândula mamária	41
Tabela 3.	Quadro de análise de variância	44
Tabela 4.	Médias e erros padrão obtidos por quadrados mínimos para as observações de rendimento e composição do leite e saúde da glândula mamária nas estações do ano, raças e estação de pastejo	46
Tabela 5.	Médias e erros padrão obtidos por quadrados mínimos para as observações de rendimento e composição do leite e saúde da glândula mamária para a interação estação do ano x raça	48
Tabela 6.	Médias e erros padrão obtidos por quadrados mínimos para as observações de rendimento e composição do leite e saúde da glândula mamária para o efeito de raças (HO, JE, XX) dentro de estação de pastejo (EP: acesso ao pastejo; NEP: sem acesso ao pastejo)	50

Capítulo 3

Tabela 1.	Estatísticas descritivas, médias e desvios-padrão (DP), para as variáveis rendimento de leite (RL, kg/dia) e escore linear de células somáticas (ECCS), considerando raça, parição e geral	65
Tabela 2.	Estimativas de intervalo de confiança (IC) com 95% de probabilidade do escore linear de células somáticas (ECCS), em que o LI representa a média do valor da ECCS em que iniciam as perdas significativas na produção de leite e o LS representa as perdas máximas para estes dados	66
Tabela 3.	Estimativas de perdas da produção de leite em kg e % (em parênteses), em função dos 11 estágios de lactação, raças HO, JE, XX e parição (primíparas e múltíparas), que considera o limite superior (LS) e o limite inferior (LI) geral (LI = 1,92)	78

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO 1	18
1. INTRODUÇÃO	21
2. MASTITE: DEFINIÇÃO E FORMAS DE OCORRÊNCIA	22
2.1 IMPACTO DA MASTITE NA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DO LEITE	24
2.2 ESTIMATIVA DE PERDAS PROVOCADAS PELA MASTITE	25
2.3 DIAGNÓSTICO E CONTROLE DA MASTITE	27
2.4 MASTITE EM FAZENDAS LEITEIRAS COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA	29
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO 2	36
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 REBANHOS	40
2.2 DADOS	40
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
3. RESULTADOS	45
3.1 EFEITO DA ESTAÇÃO DO ANO NAS MÉDIAS DA LACTAÇÃO E SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA	45
3.2 INTERAÇÃO ESTAÇÃO DO ANO VERSUS RAÇA NAS MÉDIAS DA LACTAÇÃO E SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA	48
3.3 INTERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE PASTEJO VERSUS RAÇA NAS MÉDIAS DA LACTAÇÃO E SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA	50
4. DISCUSSÃO	52
4.1 ESTAÇÃO DO ANO	52
4.2 RAÇA	53
4.3 ESTAÇÃO DE PASTEJO	55
5. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO 3	60
1. INTRODUÇÃO	63
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
2.1 REBANHOS.....	64
2.2 DADOS	64
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	65
3 RESULTADOS.....	67
4. DISCUSSÃO	70
5. CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS.....	73
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75

1. INTRODUÇÃO

A produção de alimentos com certificação orgânica vem crescendo, ano após ano, em todo o mundo. Numa visão geral, o consumidor busca nos produtos organicamente certificados uma abrangente soma de fatores: desde benefícios relacionado à saúde, valor nutritivo do alimento e elementos relacionados aos fatores de produção como o bem-estar animal e preservação dos recursos naturais não renováveis. Esta acreditação ocorre em virtude de os processos produtivos obedecerem a uma série de regras estabelecidas para o credenciamento e manutenção nos padrões de certificação, na conformidade de cada país. Segundo Ruegg et al. (2009), os consumidores estão cada vez mais céticos em relação aos métodos convencionais de produção de alimentos e os comerciantes estão procurando diferenciar seus produtos no mercado.

Na pecuária de ruminantes, especificamente, sob certificação orgânica nos Estados Unidos, desde julho de 2010 foi estabelecido um regulamento denominado “Regra de Pastejo” (Pasture Rule), no qual, dependendo da localização geográfica da fazenda, os animais devem ter acesso à pastagem por, no mínimo, 120 dias ao ano e que, neste período, ao menos, a média de 30% da matéria seca ingerida provenha do pasto. Este período de acesso ao pasto ficou denominado “estação de pastejo” (RINEHART; BAIER, 2011).

A implementação desta regra afetou e ainda afeta a rotina de manejo nas fazendas com certificação orgânica na região do nordeste americano, em virtude do menor porte das fazendas e do menor número de vacas em lactação nos rebanhos. Esta condição exige de alguns produtores a necessidade de arrendamento de terras durante a estação pastejo para o cumprimento do regulamento ou mesmo a compra de alimentos certificados que, neste caso, são mais caros que os convencionais.

Os fazendeiros ainda ajustam as suas estratégias de manejo conforme cada período do ano. Associado a isso, pesquisas por forrageiras mais adaptadas ao manejo exigido em fazendas certificadas, com possibilidade de maior capacidade de suporte e atendimento às necessidades nutricionais dos animais, bem como seu adequado manejo, continuam em constante avaliação e evolução.

Devido a essa recente modificação nas regras de manejo dos animais, observamos que ainda não há muitas informações científicas do comportamento produtivo dos animais sob estas condições. Soder et al. (2016) relatam o pouco conhecimento de práticas de manejo geral e parâmetros de saúde em fazendas orgânicas nos Estados Unidos, em que alguns dos estudos existentes foram conduzidos antes da introdução da regra de pastejo em 2010.

Foram obtidos dados de produção e composição de leite e contagem de células somáticas de quatorze fazendas em cinco estados da região nordeste. Na avaliação preliminar dos dados foi observada a predominância de animais da raça Holandesa, Jersey e seus cruzados em produção nas fazendas. Assim, buscamos traçar um perfil de análise que tivesse abrangência sobre as raças, estação de pastejo e estação do ano e suas interações.

Os fatores raças, estação de pastejo, estação do ano e suas interações tiveram efeito sobre os constituintes do leite e a saúde da glândula mamária. As respostas obtidas contribuirão para que os fazendeiros possam ter uma visão preliminar geral de como estão se comportando as fazendas na região e, com base nela, possam implementar alguma medida que conduza ao melhor rendimento produtivo dos seus rebanhos, com melhoria de rentabilidade.

Direcionando o papel deste trabalho para o Brasil, que possui regras muito recentes de produção de alimentos com certificação orgânica, o desejo é que ele possa contribuir para reflexões que venham alavancar este nicho de atividade e que fortaleça as ações de organização da atividade produtiva do leite no país.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produção e a qualidade do leite em fazendas leiteiras com certificação orgânica na região nordeste dos Estados Unidos

2.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar a ocorrência de variações na composição e qualidade do leite entre raças, estação do ano e estação de pastejo em fazendas com certificação orgânica.

Estimar perdas de produção de leite em função da contagem de células somáticas entre raças, ordem de parto e dias em lactação em fazendas com certificação orgânica.

REFERÊNCIAS

RINEHART, L.; BAIER, A. **Pasture for Organic Ruminant Livestock**: understanding and implementing the national organic program (NOP) pasture rule. USDA, Natl. Center Appr. Tech., Natl. Sustain. Agric. Info. Serv. (ATTRA), Washington, DC, 2011.

RUEGG, P. L. et al. Management of mastitis on organic and conventional dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 87: 43-55, 2009.

SODER, U. S. et al. Management practices on organic and conventional dairy herds in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, 99: 1-10, 2016.

CAPÍTULO 1

MASTITE E SEUS IMPACTOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE¹

¹ Artigo submetido ao New Zealand Veterinary Journal, Qualis B1 – Medicina Veterinária

MASTITE E SEUS IMPACTOS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE - REVISÃO

RESUMO: Em virtude da importância da mastite em provocar perdas econômicas em sistemas de produção, o objetivo deste trabalho foi pesquisar na literatura recente (2006-2016), as respostas e posicionamentos científicos em artigos indexados na base de dados Thomson Scientific Web of Science™ e artigos publicados no Journal of Dairy Science® com aplicação de palavras-chave relacionadas ao título (mastite + vacas leiteiras; saúde do úbere + vacas leiteiras; infecção intramamária + vacas leiteiras; custo da mastite + leiteira; perdas de leite + leiteira; mastite + manejo orgânico). A pesquisa resultou em 482 artigos e revisões provenientes de periódicos revisados por pares, dos quais 58 estão referenciados neste trabalho. Tanto a mastite clínica quanto a subclínica continuam contribuindo consideravelmente com perdas na produção em sistemas leiteiros, havendo uma diversidade de fatores com menor ou maior impacto para os efeitos da doença nos rebanhos, dentre estes se destacam a localização geográfica das fazendas, a estrutura e tecnologia aplicada nos sistemas de produção, organização da cadeia industrial leiteira, o animal, o homem, o agente patogênico causador da mastite, o manejo e tratamento adotado ao identificar a infecção. Além do papel da pesquisa, a continuidade do esforço dos diversos agentes da cadeia produtiva do leite é primordial para o avanço no aprimoramento das técnicas de identificação, manejo, prevenção e tratamento da mastite, que poderá contribuir para o aumento da rentabilidade dos sistemas de produção de leite, disponibilidade de alimentos de melhor qualidade pela indústria e a disposição de alimentos mais seguros ao consumidor.

Palavras-chave: células somáticas, glândula mamária, infecção intramamária, perdas de leite.

MASTITIS AND ITS IMPACTS ON MILK PRODUCTION SYSTEMS – REVIEW

ABSTRACT: Due to the importance of mastitis in causing economic losses to production systems, the objective of this study was to investigate recent literature (2006-2016) for scientific responses and positions in articles indexed in the Thomson Scientific Web of Science™ database and articles published in the Journal of Dairy Science® applying keywords related to the title (mastitis + dairy cows; udder health + dairy cows; intramammary infection + dairy cows; cost of mastitis + dairy cows; milk losses + dairy cows; mastitis + organic management). The search retrieved 482 articles and reviews from peer-reviewed journals, of which 58 are referenced in this paper. Both clinical and subclinical mastitis continue to considerably contribute to production losses in dairy systems, and there is a diversity of factors with lesser or greater impact on the effects of the disease on the herds, from which we can highlight: the geographical location of the farms, the structure and technology applied in production systems, organization of the dairy industry chain, the animals, humans, the pathogen causing mastitis, and the management and treatment adopted after identification of the infection. In addition to the role of research, effort continuity of various agents in the milk production chain is paramount for improving techniques for identifying, managing, preventing and treating mastitis, which could contribute to increased profitability of milk production systems, availability of better quality food/milk for the industry and the provision of safer food to consumers.

Keywords: somatic cells, mammary gland, intramammary infection, milk losses.

1. INTRODUÇÃO

Mastite é considerada uma das mais importantes doenças em rebanhos leiteiros no mundo (BANGAR et al., 2015; NYMAN et al., 2016), que implica efeitos negativos tanto no bem-estar animal como na economia da fazenda (WHITE et al., 2010; PERSSON et al., 2016), sendo considerada uma das mais caras doenças para a indústria leiteira no mundo (KALMUS et al., 2006; BOTREL et al., 2010; DUFOR et al., 2012; BEZMAN et al., 2015; RUEGG et al., 2015).

Os elementos que fazem da mastite o maior problema econômico de saúde para a indústria leiteira estão associados à diminuição na rentabilidade causada pelo decréscimo no rendimento e qualidade do leite, custo de tratamentos, trabalho adicional, leite descartado, efeito na taxa de concepção, aumento na taxa de descarte, mortalidade e reposição de vacas no rebanho (HUIJPS et al., 2008; CHA et al., 2014).

A demanda pela melhoria no controle da mastite em rebanhos leiteiros por processadores e consumidores é crescente, especialmente relacionados à segurança alimentar e melhoria na qualidade dos produtos (KATSANDE et al., 2013), principalmente, pela preocupação do uso de antimicrobianos em animais destinados à produção de alimentos, devido ao potencial de desenvolvimento à resistência antimicrobiana (RUEGG et al., 2015). Por esta razão, grande quantidade de esforços e recursos tem sido gasta em programas de prevenção da mastite (SCHUKKEN et al., 2009).

Diante da observada importância demandada pelos setores ligados à cadeia produtiva do leite em relação à mastite, este estudo objetivou apresentar alguns importantes resultados e posicionamentos científicos obtidos nos últimos dez anos de pesquisas, com o intuito de contribuir para o entendimento e aprimoramento do manejo da mastite em sistemas de produção de leite.

Foram consultados artigos e revisões provenientes da base de dados da Thomson Scientific Web of ScienceTM e do Journal of Dairy Science[®], compreendendo o período de janeiro/2006 até agosto/2016. Nas consultas foram utilizadas cinco combinações de palavras-chave para cada base de dados pesquisada (mastite + vacas leiteiras; saúde do úbere + vacas leiteiras; infecção intramamária + vacas leiteiras; custo da mastite + leiteira; perdas de leite + leiteira) ligadas ao título dos artigos científicos ou revisões e apenas para publicações na língua inglesa.

As pesquisas retomaram ao resultado de 482 artigos e revisões, provenientes apenas de periódicos. A etapa seguinte foi selecionar os artigos/revisões que poderiam contribuir mais

satisfatoriamente aos objetivos deste trabalho, perfazendo o total dos 58 artigos e revisões referenciados neste artigo.

2. MASTITE: DEFINIÇÃO E FORMAS DE OCORRÊNCIA

Mastite é definida como inflamação da glândula mamária (IGM), comumente associada à infecção intramamária (McDOUGALL et al., 2009; BATAVANI et al., 2007; BORTOLAMI et al., 2015), que pode ser causada por uma variedade de organismos (HERTL et al., 2011), sendo mais frequente bactérias e, menos frequentemente, por agentes como leveduras, fungos, micoplasmas e algas (BATAVANI et al., 2007; KARIMURIBO et al., 2008; KATSANDE et al., 2013; NYMAN et al., 2016). O potencial da infecção e suas consequências dependerão da patogenicidade do organismo ou organismos envolvidos e da resposta de defesa do hospedeiro (HERTL et al., 2011).

Um ponto fundamental dos programas de controle de mastite é a identificação dos patógenos ou grupo de patógenos responsáveis pela enfermidade em amostras de leite provenientes de animais mastíticos, pois essa medida é útil para medidas de tratamento e/ou decisões de manejo (CHA et al., 2011, HERTL et al., 2011).

Uma larga variedade de microrganismos pode causar mastite, e esta pode ocorrer múltiplas vezes em uma lactação ou entre lactações no mesmo animal (HERTL et al., 2014). Os microrganismos causadores de mastite clínica foram classificados por (CHA et al., 2011) em três (03) categorias: (1) bactérias gram-positivas (*Streptococcus* spp., *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus* spp.), (2) bactérias gram-negativas (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Citrobacter* spp., e *Enterobacter* spp.) e (3) outros microrganismos (*Arcanobacterium pyogenes*, *Mycoplasma* spp., *Corynebacterium bovis*, *Pseudomonas* spp. e leveduras).

A forma de apresentação dos sintomas da IGM define o tipo de mastite, podendo ela ser clínica ou subclínica. A mastite clínica provoca mudanças no úbere e no leite que são diretamente observáveis, fornecendo condições ao tratamento e separação de vacas infectadas de vacas sadias (KARIMURIBO et al.; 2008, NYMAN et al., 2016). Já a mastite subclínica apresenta um aumento da contagem de células somáticas no leite (CCS), porém ausência de sinais clínicos o que a torna uma ameaça aos animais sadios do rebanho (KARIMURIBO et al., 2008; PEAKE et al., 2011; NYMAN et al., 2016). A detecção da IGM é parte determinante para o manejo preventivo da saúde do úbere e para a redução na disseminação de patógenos no rebanho (NYMAN et al., 2016).

Ambas as formas de mastite estão associadas ao aumento da CCS no leite, principalmente, devido ao recrutamento de leucócitos polimorfonucleares para o úbere

(OSTENSSON et al., 2013). A CCS no leite é o indicador mais usado em programas de controle e prevenção da mastite em todo o mundo, sendo comumente aplicada através da tomada de amostras compostas de leite em testes mensais (NYMAN et al., 2016).

Mastite clínica (MC) é uma doença facilmente observável e, em razão disto, tem sido objeto de muitas pesquisas nas últimas décadas, principalmente, relacionadas à incidência e prevalência de seus fatores de risco (DUFOR et al., 2012).

Essa forma de mastite se apresenta com sintomas de anormalidades no úbere e no leite (HAMMER et al., 2012). O úbere pode apresentar-se quente, inchado, avermelhado e dolorido (BATAVANI et al., 2007); o leite apresenta mudanças na composição e no rendimento, pode conter coágulos e/ou flocos, coloração anormal, com aspecto sanguinolento e/ou aquoso (FOGSGAARD et al., 2012; HAMMER et al., 2012; BANGAR et al., 2015).

Mastite subclínica (MS) é a mais prevalente e importante forma de manifestação, causando as maiores perdas econômicas em animais leiteiros em todo o mundo (OSTENSSON et al., 2013; PILLA et al., 2013; GURLER et al., 2015). Os efeitos da MS em países desenvolvidos podem ser similares aos efeitos em países em desenvolvimento, dentre estes efeitos podem receber mais destaque a redução no rendimento e na qualidade do leite e aumento no risco de mastite clínica (KARIMURIBO et al., 2008; HAMMER et al., 2012).

A MS é de difícil detecção devido à ausência de indicadores visíveis tanto no leite quanto na glândula mamária (BATAVANI et al., 2007; GURLER et al., 2015). Ela atua silenciosamente e geralmente tem longa duração, podendo nem ser detectada, caso o rebanho não seja submetido ao monitoramento regular da CCS, sendo esta, atualmente, a mais comum e assertiva ferramenta de detecção de MS (OSTENSSON et al., 2013; BANGAR et al., 2015).

Devido aos seus impactos financeiros, métodos de diagnóstico têm sido desenvolvidos para a detecção de inflamações da glândula mamária e diagnóstico da infecção e dos seus agentes patogênicos causadores (BORTOLAMI et al., 2015). Desta forma, o resultado de análise com elevação da CCS associado à identificação de patógenos bacterianos é considerado como diagnóstico definitivo da mastite e importante para a epidemiologia e controle da doença (GURLER et al., 2015).

Vacas acometidas por MS devem receber atenção pelo risco de disseminação de patógenos da mastite no rebanho e entre rebanhos (PERSSON et al., 2011). Sendo assim, fatores individuais de cada vaca em um rebanho são responsáveis pela disposição em apresentar o quadro clínico da doença, definindo quais animais tem maior risco de contrair e apresentar os sintomas da infecção, o que passa a ser uma informação importante ao manejador, que pode oferecer mais atenção a estes animais (STEENEVELD et al., 2008).

2.1 Impacto da mastite na produção, composição e qualidade do leite

Vacas saudáveis são a base para a produção sustentável de leite. Entretanto, mastite e outras doenças infecciosas são comuns em rebanhos leiteiros, o que pode resultar em aumento de custos e diminuição de produção (WALLER et al., 2007).

A mastite tem sido reportada como causadora de grande quantidade de perdas econômicas associadas à redução na produção e qualidade do leite e descarte precoce de animais ainda em franca idade produtiva (SCHUKKEN et al., 2011; HAFTU et al., 2012; PILLA et al., 2013). Por essas razões, há um permanente esforço de pesquisas para entender a patogênese e respostas inflamatórias para as infecções intramamárias (SCHUKKEN et al., 2011).

Os efeitos de repetidos casos de mastite no rendimento do leite em vacas leiteiras foram descritos por Bar et al. (2007) e os resultados indicaram que a MC é frequentemente um evento recorrente, especialmente em vacas multíparas. Esses autores ainda identificaram que a mastite clínica afeta vacas que, geralmente, têm alto potencial de produção de leite e que ela também tem um efeito de longo prazo no futuro da produção de leite do animal. Halasa et al. (2009) investigaram repetitivos casos de mastite subclínica em rebanho leiteiros na Holanda e constaram que os casos se distribuíram ao longo da lactação, sendo mais prevalente nos primeiros 200 dias de lactação (DEL), correspondendo a 68% das incidências.

A prevalência de casos de MC foi estudada por Schukken et al. (2009) baseados em dados de 7.721 e 13.566 lactações de vacas primíparas e multíparas, respectivamente, provenientes de sete rebanhos leiteiros com vacas Holandesas no estado de Nova Iorque – EUA. Esses autores identificaram que a mastite clínica foi mais prevalente em vacas multíparas do que em primíparas, em que 32% de multíparas e apenas 17% de primíparas tiveram ao menos um caso de mastite clínica na lactação e, nos casos de reincidência, 12% e 5% apresentaram segundo e terceiros casos em multíparas, respectivamente, sendo que nas primíparas as reincidências corresponderam a 4% e 1%.

As perdas econômicas resultantes da redução da produção de leite, tratamento da mastite e casos de morte dos animais são significativas (XUE et al., 2014). As infecções sistêmicas ou da glândula mamária do animal hospedeiro podem alterar o conteúdo e valores nutricionais do leite, que são importantes para a nutrição humana (KASIKÇI et al., 2012).

Em casos severos de mastite, anormalidades no leite são facilmente observadas e o leite é descartado pelo produtor (HAMEED et al., 2006). Em casos de vacas com mastite subclínica, seu leite sem sinais visíveis de alterações, é adicionado ao tanque de resfriamento, entra na

cadeia do alimento e pode ser perigoso para o consumo humano (HAMEED et al., 2006; KASIKÇI et al., 2012).

2.2 Estimativa de perdas provocadas pela mastite

A estimativa precisa das perdas de produção e mudanças na composição do leite envolvendo os casos de mastite é importante para o desenvolvimento de cálculos econômicos representativos, considerando a necessidade do tratamento dos animais afetados e a motivação dos produtores de leite em adotarem as práticas de gestão (HALASA et al., 2009). Nessa interface, a percepção do produtor de leite relativa à incidência de mastite e sua associação com as perdas econômicas na sua fazenda são essenciais para a tomada de decisões (HUIJPS et al., 2008).

Para Hultgren e Svensson (2009), as estimativas de custos da doença diferem consideravelmente dependendo da origem dos dados, definição da doença e fontes de perdas consideradas. Além disso, as estimativas são susceptíveis à variação devido a diferenças nas condições regionais de produção de leite, rotinas de gestão, modelos de sistemas e métodos de estimação, podendo o custo médio total de MC estar estimado em aproximadamente \$103/lactação ou \$95/vaca/ano.

Os custos diretos do tratamento da MC e o decréscimo na quantidade e qualidade do leite devido a ambos os tipos de infecção podem variar entre países e entre espécies de agentes, sendo maiores em países com animais de maior valor e onde os sistemas de pagamento por qualidade prevalecem (BEZMAN et al., 2015). Além do decréscimo na produção, os componentes do leite também são afetados pela ocorrência da mastite. Halasa et al. (2009) estimaram perdas de 6 e 10 g/dia de gordura e de 9 e 13 g/dia de proteína, respectivamente, em vacas primíparas e multíparas em reincidentes casos de mastite quando acrescidos da CCS de 200,000 cels/mL em relação a testes diários anteriores com CCS < 50,000 cels/mL. Na Tabela 1, adaptada de Boland et al. (2013), são apresentados resultados de perdas de rendimento de leite considerando as variações na CCS em diferentes artigos publicados.

Tabela 1. Perda estimada de leite em dia de teste (kg; % médio de rendimento de leite para a dada parição em parênteses) e intervalo de confiança de 95% (em colchetes, onde disponível) com o aumento de CCS (x 10³ cels/mL) em alguns artigos publicados, entre 1999 e 2013.

	Boland et al. (2013) ¹	Hortet et al. (1999) ²	Durr et al. (2008) ²	Halasa et al. (2009) ^{3,4}	Green et al. (2006) ^{4,5,6}	Hand et al. (2012) ^{6,7}
Parição	CCS = 150-200	CCS = 200	CCS = 200	CCS = 200	CCS = 100-200	CCS = 200
Todas	1,51 (7,60%) [1,37 a 1,64]				3,09 [2,68 a 3,50]	
1	0,33 (1,68%) [0,09 a 0,58]	0,61 (2,71%)	0,46-0,72 (1,70-2,66%)	0,28 (1,21%) [0,20 a 0,35]		0,35-0,80
2	1,43 (6,37%) [1,18 a 1,68]	0,63-1,77 (2,35 - 6,60%)				0,61-1,07
≥2	1,89 (7,99%) [1,74 a 2,04]		1,05-2,50 (3,29-7,83%)	0,50 (2,60%) [0,44 a 0,56]		
3	2,25 (9,41%) [1,98 a 2,53]					
≥3	2,41 (9,92%) [2,22 a 2,59]	0,60-1,85 (2,14-6,61%)				0,63-1,09
4	2,63 (10,76%) [2,31 a 2,95]					
5	2,76 (11,25%) [2,37 a 3,15]					
	CCS = 350-400		CCS = 400	CCS = 400	CCS = 200-400	
Todas	2,28 (10,15%) [2,02 a 2,55]				4,63 [4,10 a 5,16]	
1	0,94 (4,78%) [0,40 a 1,48]		0,69-1,08 (3,07-4,80%)	0,42 (1,82%) [0,34 a 0,50]		
2	2,00 (8,87%) [1,42 a 2,57]					
≥2	2,62 (11,06%) [2,32 a 2,91]		1,58-3,74 (4,95-11,71%)	0,78 (4,05%) [0,72 a 0,83]		
3	2,95 (12,30%) [2,40 a 3,50]					
4	3,23 (13,31%) [2,89 a 3,56]					
5	3,66 (14,97%) [3,10 a 4,22]					
	CCS = 550-600	CCS = 600	CCS = 600	CCS = 600	CCS >400	CCS = 600
Todas	2,68 (11,92%) [2,28 a 3,08]				3,88 [3,33 a 4,43]	
1	0,74 (3,77%) [-0,14 a 1,63]	1,09 (4,84%)	0,82-1,29 (3,64-5,73%)	0,50 (2,16%) [0,42 a 0,58]		0,89-2,08
2	2,48 (11,02%) [1,45 a 3,51]	1,13 ⁸ (4,22%)				1,59-2,77
≥2	3,05 (12,91%) [2,61 a 3,50]		1,88-4,47 (5,89-14,00%)	0,94 (4,88%) [0,88 a 1,00]		
3	3,53 (14,75%) [2,72 a 4,35]					
≥3	3,65 (15,04%) [3,16 a 4,13]	1,07 ⁸ (3,82%)				1,63-2,81
4	3,83 (15,66%) [3,00 a 4,66]					
5	4,17 (17,00%) [3,30 a 5,04]					

Fonte: Adaptado de Boland et al. (2013).

¹ CCS referencial de 50,000 cels/mL.

² Estimativas variam dependendo do estágio de lactação (DEL).

³ CCS referencial de 31,000 cels/mL.

⁴ Ajustado para diluição.

⁵ Perda de leite em litros.

⁶ Não foram dadas médias de rendimento de leite em Green et al. (2006) e Hand et al. (2012) para calcular a média de perda de leite como um percentual da média de rendimento de leite.

⁷ CCS referencial de 100,000 cels/mL e estimativas variam dependendo do quartil do leite.

⁸ Calculado para 50 DEL.

A estimativa média de custos por caso de MC, conforme o agente patogênico, foi descrita por Cha et al. (2011), sendo correspondente a \$133.73 (agentes gram-positivo), \$211.03 (agentes gram-negativo) e \$95.31 (outros agentes causadores) com incidência de 12.6, 15.5 e 16.2 casos por 100 vacas/ano, respectivamente. Estes resultados representaram, neste estudo, o decréscimo 16% no retorno líquido anual/vaca, considerando a incidência das três classes de agentes.

Bar et al. (2008), ao estudarem rebanhos leiteiros no estado de Nova Iorque – EUA, estimaram o custo médio de \$179 por caso de mastite clínica, sendo composto por \$115 relativos às perdas na produção de leite, \$14 pelo aumento de mortalidade e \$50 associados aos custos de tratamento; nestes rebanhos, a estimativa de perdas por vaca no rebanho devido a MC foi de \$71 com incidência de 39.7 casos por 100 vacas/ano. De acordo com Tesfaye et al. (2010), na Etiópia as estimativas de perdas causadas por *Staphylococcus aureus* (agente gram-positivo) em casos de mastite subclínica podem ser de \$58/vaca e \$78.65 por lactação.

2.3 Diagnóstico e controle da mastite

Vacas com MC podem apresentar leite anormal, quartos mamários inchados, anorexia e febre (PAULIN-CURLEE et al., 2007; FOGSGAARD et al., 2012). O leite de vacas com mastite pode conter alto número de bactérias e pode transmitir a infecção para outras vacas (HOVINEN; PYÖRÄLÄ, 2011).

Na fazenda, a MC é tipicamente diagnosticada com base na diminuição da produção de leite, bem como mudanças no úbere e na aparência do leite. No entanto, em rebanhos maiores, o diagnóstico em casos leves e moderados torna-se mais desafiador (CHAPINAL et al., 2014).

Quando os sintomas não são visíveis, a inflamação deve ser monitorada por meio de testes in vitro, como CCS, análise bacteriológica e reação em cadeia da polimerase (PCR) (PAULIN-CURLEE et al., 2007; PILLA et al., 2013; NYMAN et al., 2016).

No entanto, o procedimento de amostragem e análise de todos os quartos mamários de todas as vacas do rebanho torna-se um procedimento caro e inviável para implementação rotineira (BATAVANI et al., 2007). Em vez disso, ferramentas de diagnóstico que identificam a resposta inflamatória são usados, mais comumente envolvendo análises de CCS em amostras de leite compostas (teste de ordenha), considerando que as infecções bacterianas, geralmente, conduzem ao aumento da CCS no leite de animais infectados (BATAVANI et al., 2007; NYMAN et al., 2014).

A identificação precoce de problemas de saúde no úbere é essencial para fazendeiros e veterinários na busca, não apenas da garantia do bem-estar animal, mas também da qualidade

do leite e da produtividade animal (BATAVANI et al., 2007) e aplicação de ações corretivas (JENSEN et al., 2016). Nesse sentido, práticas de gestão modificáveis associadas à mastite são cruciais para diminuir a incidência da doença (DeVRIES et al., 2011).

Problemas de mastite não podem ser controlados se não forem tomadas medidas preventivas específicas (OSTENSSON et al., 2013). A prevenção com a aplicação de técnicas de manejo tem sido sugerida como a melhor estratégia para o controle da mastite do que o manejo terapêutico (KUMAR et al., 2016). Embora, nos casos mais severos da enfermidade, as vacas devam ser tratadas o mais breve possível para garantir a eliminação do(s) patógeno(s) do quarto infectado e o controle da dor e da inflamação (HOVINEN; PYÖRÄLÄ, 2011).

Ao identificar casos de mastite no rebanho é exigido do fazendeiro a decisão de tratar ou não o animal infectado. Em caso afirmativo, é necessária a definição do tratamento mais adequado, sendo ideal a tomada de decisão com base no organismo causador da mastite (CHA et al., 2011) e em informações de fatores de risco da vaca infectada (OLIVEIRA et al., 2015).

O conhecimento e acompanhamento da condição de saúde do animal durante sua vida é de fundamental importância para um maior sucesso no diagnóstico e tratamento da mastite. Essa informação permite um fazendeiro ou responsável pela sanidade do rebanho identificar as vacas que têm maior risco para contrair mastite e, conseqüentemente, oferecer-lhes mais cuidados (OLIVEIRA et al., 2015).

Há razões para supor que diferentes fatores estão associados com a saúde do úbere em diferentes estágios de lactação, em vacas primíparas e múltiparas, mas estas informações são escassas (NYMAN et al., 2009). Outros fatores de risco associados à MC na lactação também vêm sendo reportados em pesquisas, como rugosidade da extremidade da teta (casos severos de hiperqueratose) e úberes pesadamente contaminados (BREEN et al., 2009).

Em adição, Breen et al. (2009) conduziram um estudo em que vacas que apresentam $CCS > 200,000$ cells/mL ou um percentual de proteína $< 3.2\%$ no primeiro teste pós-parto foram mais predispostas a apresentar casos de mastite após os primeiros 30 dias de lactação.

É possível a ocorrência de múltiplos casos de mastite na mesma lactação do animal. Nestas situações, os casos subsequentes podem apresentar sintomas clínicos diferentes em relação ao primeiro caso ou seus antecedentes, sendo importante para a construção de um conceito quantitativo da severidade de repetidos casos de mastite (SCHUKKEN et al., 2009).

Para o tratamento e prevenção da mastite bovina são usados frequentemente antimicrobianos (SRINIVASAN et al., 2007; PERSSON et al., 2011; BOTREL et al., 2010). Portanto, para a obtenção de sucesso no controle da mastite, a vigilância da resistência antimicrobiana é importante para garantir resultados ideais de uso de antimicrobianos e

minimizar o risco da seleção e propagação da resistência antimicrobiana (SRINIVASAN et al., 2007; PERSSON et al., 2011).

A diversidade de agentes patogênicos é refletida na dificuldade de tratamento e limites de eficácia dos programas de prevenção (RABIEE; LEAN, 2013). Nestas condições, o desenvolvimento de efetivos métodos não-antibióticos para o controle dos principais patógenos da mastite e redução da CCS é extremamente desejável, levando à redução de custos, a melhoria da saúde animal e qualidade do leite, aumento da rentabilidade e segurança alimentar (LEITNER et al., 2011).

2.4 Mastite em fazendas leiteiras com certificação orgânica

Sistemas de produção de leite com certificação orgânica e sistemas convencionais diferem consideravelmente no uso de antibióticos e tratamentos quimioterápicos e no manejo dos animais (FALL et al., 2008), em que a certificação da fazenda resulta na redução de opções para o controle da mastite (RUEGG et al., 2009). Stiglbauer et al., (2013) relataram que a comparação entre o uso de antimicrobianos e manejo de mastite em rebanhos convencionais e orgânicos nos Estados Unidos são bem documentados. Entretanto, até aquele momento, nenhum estudo em larga escala tinha sido realizado para investigações relativas às práticas de saúde e bem-estar de vacas manejadas orgânica e convencionalmente, conforme tamanho e localidade dos rebanhos.

As regulamentações orgânicas estimulam os produtores de leite para o uso de manejo e tratamentos alternativos, baseado em estratégias preventivas ao invés do uso de antibioticoterapia para controle da mastite (WAGENAAR et al., 2011). Assim, a estratégia de prevenção de infecções mamárias passa a ser a melhor alternativa, em termos práticos, obedecendo a duas medidas: (1) melhoramento das práticas de manejo da fazenda relacionadas à saúde de glândula mamária e (2) tratamentos profiláticos alternativos das vacas durante o tempo de maior risco de nova infecção, como exemplo o período seco (WAGENAAR et al., 2011).

Entretanto, Soder et al. (2016) descrevem que as práticas de manejo geral e parâmetros de saúde em fazendas orgânicas nos Estados Unidos são pouco conhecidas, em que alguns dos estudos existentes foram conduzidos antes da introdução da regra de pastejo em 2010. Com isso, há a necessidade do desenvolvimento de mais estudos relacionados aos aspectos de saúde do rebanho e das práticas preventivas e curativas alternativas, aplicadas em fazendas com certificação orgânica.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mastite continua presente nos sistemas de produção de leite ao redor do mundo, com elevada relevância em toda a cadeia produtiva do leite. Pesquisadores, fazendeiros e a indústria somam esforços em busca do desenvolvimento e aplicabilidade de tratamentos e práticas de manejo alternativas e mais efetivas na prevenção e controle da mastite, com o desejo de oferecer produtos lácteos de melhor qualidade ao consumidor, reduzir os impactos econômicos diretos nas fazendas e minimizar os efeitos negativos nas condições de bem-estar animal.

Os elementos que mais dificultam a efetividade na evolução do combate à mastite são: (1) heterogeneidade ambiental e de sistemas produtivos, (2) diversidade de microrganismos causadores da mastite, (3) percepção da mastite, identificação do microrganismo e tratamento adequado da mastite e (4) resistência à ação antimicrobiana. No ambiente de pesquisa, as dificuldades estão relacionadas à produção e acesso aos dados gerais dos rebanhos leiteiros, pois até em rebanhos mais tecnificados as informações e testes básicos, que poderiam contribuir no acompanhamento da mastite, não são plenamente mensurados.

REFERÊNCIAS

- BANGAR, Y. C. et al. A systematic review and meta-analysis of prevalence of subclinical mastitis in dairy cows in India. **Tropical Animal Health and Production**, 47: 291-297, 2015.
- BAR, D. et al. Effect of repeated episodes of generic clinical mastitis on milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 90: 4643-4653, 2007.
- BAR, D. et al. The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming. **Journal of Dairy Science**, 91: 2205-2214, 2008.
- BATAVANI, R.A.; ASRI, S.; NAEBZADEH, H. The effect of subclinical mastitis on milk composition in dairy cows. **Iranian Journal of Veterinary Research**, 8: 205-211, 2007.
- BEZMAN, D. et al. Influence of intramammary infection of a single gland in dairy cows on the cow's milk quality. **Journal of Dairy Research**, 82: 304-311, 2015.
- BOLAND, F.; O'GRADY, L.; MORE S. J. Investigating a dilution effect between somatic cell count and milk yield and estimating milk production losses in Irish dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 96: 1477-1484, 2013.
- BORTOLAMI, A. et al. Evaluation of the udder health status in subclinical mastitis affected dairy cows through bacteriological culture, somatic cell count and thermographic imaging. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, 18: 799-805, 2015.
- BOTREL, M-A et al. Distribution and antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhône-Alpes, France. **Foodborne Pathogens and Disease**, 7: 479-487, 2010.
- BREEN, J. E.; GREEN, M. J.; BRADLEY, A. J. Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. **Journal of Dairy Science**, 92: 2551-2561, 2009.
- CHA, E. et al. The cost and management of different types of clinical mastitis in dairy cows estimated by dynamic programming. **Journal of Dairy Science**, 94: 4476-4487, 2011.
- CHA, E. et al. Optimal insemination and replacement decisions to minimize the cost of pathogen-specific clinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 97: 2101-2117, 2014.
- CHAPINAL, N. *Short Communication*: Automated assessment of the effect of flunixin meglumine on rumination in dairy cows with endotoxin-induced mastitis. **Canadian Journal of Animal Science**, 94: 21-25, 2014.
- DeVRIES, T. J. et al. Association of standing and lying behavior patterns and incidence of intramammary infection in dairy cows milked with an automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, 94: 3845-3855, 2011.

DUFOUR, S. et al. Manageable risk factors associated with the lactational incidence, elimination, and prevalence of *Staphylococcus aureus* intramammary infections in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 95: 1283-1300, 2012.

FALL, N. et al. Udder health at a Swedish research farm with both organic and conventional dairy cow management. **Preventive Veterinary Medicine**, 83: 186-195, 2008.

FOGSGAARD, K. K. et al. Sickness behavior in dairy cows during *Escherichia coli* mastitis. **Journal of Dairy Science**, 95: 630-638, 2012

GÜRLER, H. et al. Investigation on the etiology of subclinical mastitis in jersey and hybrid jersey dairy cows. **Acta Veterinaria-Beograd**, 65: 358-370, 2015.

HAFTU, R. Prevalence, bacterial causes, and antimicrobial susceptibility profile of mastitis isolates from cows in large-scale dairy farms of Northern Ethiopia. **Tropical Animal Health and Production**, 44: 1765-1771, 2012.

HALASA, T. et al. Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle. Part 1. Protection against new intramammary infections. **Journal of Dairy Science**, 92: 3134-3149, 2009.

HAMEED, K. G.A.; SENDER, G.; KORWIN-KOSSAKOWSKA, A. Public health hazard due to mastitis in dairy cows. **Animal Science Papers and Reports**, 25: 73-85, 2006.

HAMMER, J. F.; MORTON, J. M.; KERRISK, K. L. Quarter-milking-, quarter-, udder- and lactation-level risk factors and indicators for clinical mastitis during lactation in pasture-fed dairy cows managed in an automatic milking system. **Australian Veterinary Journal**, 90: 167-174, 2012.

HAND, K. J.; GODKIN, A.; KELTON, D. F. Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. **Journal of Dairy Science**, 95: 1358-1362, 2012.

HERTL, J. A. The effect of recurrent episodes of clinical mastitis caused by gram-positive and gram-negative bacteria and other organisms on mortality and culling in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 94: 4863-4877, 2011.

HERTL, J.A. et al. Pathogen-specific effects on milk yield in repeated clinical mastitis episodes in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 97: 1465-1480, 2014.

HOVINEN, M.; PYÖRÄLÄ, S. *Invited review*: Udder health of dairy cows in automatic milking. **Journal of Dairy Science**, 94: 547-562, 2011.

HUIJPS, K.; LAM, T. J. G. M.; HOGEVEEN, H. Costs of mastitis: facts and perception. **Journal of Dairy Research**, 75: 113-120, 2008.

HULTGREN, J.; SVENSSON, C. Lifetime risk and cost of clinical mastitis in dairy cows in relation to heifer rearing conditions in southwest Sweden. **Journal of Dairy Science**, 92: 3274-3280, 2009.

JENSEN, D. B.; HOGEVEEN, H.; DeVRIES, A. Bayesian integration of sensor information and a multivariate dynamic linear model for prediction of dairy cow mastitis. **Journal of Dairy Science**, 99: 7344-7361, 2016.

- KALMUS, P. Occurrence of clinical mastitis in primiparous Estonian dairy cows in different housing conditions. **Acta Veterinaria Scandinavica**, 48: 1-6, 2006.
- KARIMURIBO, E. D. et al. Prevalence of subclinical mastitis and associated risk factors in smallholder dairy cows in Tanzania. **Veterinary Record**, 163: 16-21, 2008.
- KAŞIKCI, G. Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, 36: 49-55, 2012.
- KATSANDE, S. et al. Prevalence of mastitis in dairy cows from smallholder farms in Zimbabwe. **Journal of Veterinary Research**, 80: 1-7, 2013.
- KUMAR, N. et al. Episodes of clinical mastitis and its relationship with duration of treatment and seasonality in crossbred cows maintained in organized dairy farm. **Veterinary World**, 9: 75-79, 2016.
- LEITNER, G. Vaccine development for the prevention of staphylococcal mastitis in dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, 142: 25-35, 2011.
- McDOUGALL, S.; BRYAN, M. A.; TIDDY, R. M. Effect of treatment with the nonsteroidal antiinflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, 92: 4421-4431, 2009.
- NYMAN A-K. et al. Management practices associated with udder health of first-parity dairy cows in early lactation. **Preventive Veterinary Medicine**, 88: 138-149, 2009.
- NYMAN A-K. et al. Associations of udder-health indicators with cow factors and with intramammary infection in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 97: 5459-5473, 2014.
- NYMAN A-K.; EMANUELSON, U.; PERSSON WALLER, K. Diagnostic test performance of somatic cell count, lactate dehydrogenase, and N-acetyl- β -d-glucosaminidase for detecting dairy cows with intramammary infection. **Journal of Dairy Science**, 99: 1-9, 2016.
- OLIVEIRA, C. S. F. et al. Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle. **Preventive Veterinary Medicine**, 121: 297-305, 2015.
- ÖSTENSSON, K. et al. Prevalence of subclinical mastitis and isolated udder pathogens in dairy cows in Southern Vietnam. **Tropical Animal Health and Production**, 45: 979-986, 2013.
- PAULIN-CURLEE, G. G. et al. Genetic diversity of mastitis-associated *Klebsiella pneumoniae* in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 90: 3681-3689, 2007.
- PEAKE, K. A. Effects of lameness, subclinical mastitis and loss of body condition on the reproductive performance of dairy cows. **Veterinary Record** 168: 301-306, 2011.

- PERSSON, Y.; NYMAN, A-K. J.; GRÖNLUND-ANDERSSON, U. Etiology and antimicrobial susceptibility of udder pathogens from cases of subclinical mastitis in dairy cows in Sweden. **Acta Veterinaria Scandinavica**, 53: 1-8, 2011.
- PERSSON WALLER, K. et al. Veterinary treatment strategies for clinical mastitis in dairy cows in Sweden. **Veterinary Record**, 178: 1-6, 2016.
- PILLA, R. et al. Differential cell count as an alternative method to diagnose dairy cow mastitis. **Journal of Dairy Science**, 96: 1653-1660, 2013.
- RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. The effect of internal teat sealant products (Teatseal and Orbeseal) on intramammary infection, clinical mastitis, and somatic cell counts in lactating dairy cows: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, 96: 6915-6931, 2013.
- RUEGG, P. L. et al. Management of mastitis on organic and conventional dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 87: 43-55, 2009.
- RUEGG, P. L. et al. Phenotypic antimicrobial susceptibility and occurrence of selected resistance genes in gram-positive mastitis pathogens isolated from Wisconsin dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 98: 4521-4534, 2015.
- SCHUKKEN, Y. H. et al. Effects of repeated gram-positive and gram-negative clinical mastitis episodes on milk yield loss in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 92: 3091-3105, 2009.
- SCHUKKEN, Y. H. Host-response patterns of intramammary infections in dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, 144: 270-289, 2011.
- SODER, U. S. et al. Management practices on organic and conventional dairy herds in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, 99: 1-10, 2016.
- SRINIVASAN, V. et al. Phenotypic and genotypic antimicrobial resistance patterns of *Escherichia coli* isolated from dairy cows with mastitis. **Veterinary Microbiology**, 124: 319-328, 2007.
- STEENEVELD, W. The influence of cow factors on the incidence of clinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 91: 1391-1402, 2008.
- STIGLBAUER et al. Assessment of herd management on organic and conventional dairy farms in the United States. **Journal of Dairy Science**, 96: 1290-1300, 2013.
- TESFAYE, G. Y.; REGASSA, F. G.; KELAY, B. Milk yield and associated economic losses in quarters with subclinical mastitis due to *Staphylococcus aureus* in Ethiopian crossbred dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, 42: 925-931, 2010.
- WAGENAAR, J-P. et al. Effect of production system, alternative treatments and calf rearing system on udder health in organic dairy cows. **Wageningen Journal of Life Sciences**, 58: 157-162, 2011.

WHITE, L. J. et al. Modelling the dynamics of intramammary *E. coli* infections in dairy cows: understanding mechanisms that distinguish transient from persistent infections. **Veterinary Research**, 41: 2-15, 2010.

XUE, T.; CHEN, X.; SHANG, F. *Short communication*: Effects of lactose and milk on the expression of biofilm-associated genes in *Staphylococcus aureus* strains isolated from a dairy cow with mastitis. **Journal of Dairy Science**, 97: 6129-6134, 2014.

CAPÍTULO 2

EFEITOS DE RAÇA, ESTAÇÃO DO ANO E PERÍODO DE PASTEJO NA QUALIDADE DO LEITE EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA²

² Artigo submetido ao periódico “Ciência Rural ” – Qualis B1 (2015) – Medicina Veterinária

EFEITOS DE RAÇA, ESTAÇÃO DO ANO E PERÍODO DE PASTEJO NA QUALIDADE DO LEITE EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA

RESUMO: O objetivo deste artigo foi avaliar a produção e composição do leite e saúde da glândula mamária de vacas Holandesa (HO), Jersey (JE) e cruzadas Holandesa-Jersey (XX) manejadas em fazendas com certificação orgânica e determinar se estas diferenças foram consistentes entre estação do ano e estação de pastejo na região nordeste dos Estados Unidos. 14246 registros de testes mensais (49% HO, 37% JE e 14% XX), entre maio/2012 e junho/2015, provenientes de quatorze rebanhos, em cinco estados (New York, New Hampshire, Maine, Pennsylvania e Vermont) foram avaliados para os efeitos de raça, estação do ano, estação de pastejo e suas interações pelo procedimento GLM do SAS. O número de vacas lactantes nos rebanhos (média $\pm$ desvio padrão) foi 38 ± 18 . O rendimento de leite (RL) e seus constituintes foram $21,33 \pm 8,04$ kg/animal/dia, concentração de proteína no leite (PROT) $3,28 \pm 0,45\%$, concentração de gordura no leite (GOR) $4,26 \pm 0,98\%$ e escore linear de células somáticas (ECCS) $2,54 \pm 1,80 \sim \text{CCS} = 73 \pm 44 \times 10^3$ cels/mL. Nas estações do ano, o RL foi maior na primavera ($P < 0,05$) 1,04, 1,58 e 1,96 kg/dia comparado ao inverno, verão e outono, respectivamente. As médias de PROT tiveram maior concentração no outono e menor no verão ($P < 0,05$). Para o rendimento de proteína no leite (RP) houve diferença significativa ($P < 0,05$) da primavera com mais alta média em relação às demais estações. Outono e inverno apresentaram as médias mais altas para GOR. Para o rendimento de gordura no leite (RG) as médias foram maiores na primavera e inverno, que diferiram ($P < 0,05$) entre as demais, sendo a menor no verão. O ECCS foi maior no verão ($\text{ECCS} = 2,60 \sim \text{CCS} = 76 \times 10^3$ cels/mL) ($P < 0,05$) e menor na primavera ($\text{ECCS} = 2,44 \sim \text{CCS} = 68 \times 10^3$ cels/mL). Nas raças, RL e o leite corrigido para 4% de gordura (LCG4) apresentaram melhor e significativo ($P < 0,05$) desempenho na HO, seguida pela XX e JE. PROT e GOR foram superiores para JE ($P < 0,05$), seguida por XX e HO. As variáveis RP e RG foram similares entre as raças HO e XX ($P > 0,05$) e superiores à JE. O ECCS foi maior na raça HO ($P < 0,05$) e não diferiu entre JE e XX. Na estação de pastejo (EP), as variáveis RL e LCG4 foram superiores à estação sem pastejo (NEP). Apenas GOR apresentou média maior e significativa ($P < 0,05$) na NEP comparada à EP. A estação do ano, estação de pastejo e as raças afetaram o rendimento e composição do leite e a saúde da glândula mamária nos rebanhos estudados. Diante dos resultados obtidos, recomenda-se a adoção de melhores estratégias de suplementação alimentar dos rebanhos, principalmente durante a NEP, visando a reduzir os seus efeitos negativos no rendimento do leite e seus constituintes. Além disso, maior atenção deve ser dada ao acompanhamento da saúde da glândula mamária na estação verão e para vacas HO durante a estação verão e a EP.

Palavras-chave: células somáticas, fazenda orgânica, mastite, qualidade do leite, sólidos do leite.

EFFECTS OF BREED, YEAR SEASON AND PASTURE PERIOD IN MILK QUALITY IN ORGANIC CERTIFIED FARMS

ABSTRACT: The objective of this article was to evaluate milk production and composition and the health of the mammary gland in Holstein (HO), Jersey (JE) and Holstein-Jersey cross-bred (XX) cows managed on farms with organic certification and to determine whether these differences were consistent between season of the year and grazing season in the Northeastern region of the United States. 14,246 records of monthly tests (49% HO, 37% JE and 14% XX), between May/2012 and June/2015 from 14 herds in 05 States (New York, New Hampshire, Maine, Pennsylvania and Vermont) were evaluated for effects of breed, season of the year, grazing season and their interactions by the GLM procedure of the SAS. The number of lactating cows in the herds (mean $\pm$ standard deviation) was 38 ± 18 . Milk yield (MY) and milk constituents were 21.33 ± 8.04 kg/animal/day, milk protein concentration (MPC) was $3.28 \pm 0.45\%$, milk fat concentration (MFC) was $4.26 \pm 0.98\%$ and linear somatic cell score (SCCS) was $2.54 \pm 1.80 \sim \text{SCC} = 73 \pm 44 \times 10^3$ cells/mL. Regarding the seasons of the year, MY was higher during spring ($P < 0.05$) 1.04, 1.58 and 1.96 kg/day compared to winter, summer and autumn, respectively. Mean MPC had the highest concentration in the autumn and the lowest in the summer ($P < 0.05$). A significant difference ($P < 0.05$) was observed in milk protein yield (MPY) in the spring, with a higher average in relation to the other seasons. Autumn and winter had the highest averages for MFC. Regarding fat yield in milk (MFY), the mean values were higher in spring and winter, differing ($P < 0.05$) among the other seasons, being higher in the summer. SCCS was higher in the summer ($\text{SCCS} = 2.60 \sim \text{SCC} = 76 \times 10^3$ cells/mL) ($P < 0.05$) and lower in the spring ($\text{SCCS} = 2.44 \sim \text{SCC} = 68 \times 10^3$ cells/mL). Regarding the breeds, MY and milk corrected to 4% fat (4% FCM) had a higher and significant ($P < 0.05$) performance in HO, followed by XX and JE. MPC and MFC were higher for JE ($P < 0.05$), followed by XX and HO. The variables MPY and MFY were similar between HO and XX cows ($P > 0.05$) and higher in JE. SCCS was higher in HO cows ($P < 0.05$), and it did not differ between JE and XX. In the grazing season (GS), the variables MY and 4% FCM were higher than in the non-grazing season (NGS). Only MFC had a higher and significant mean ($P < 0.05$) in the NGS compared to the GS. The season of the year, the grazing season and the breed affected yield and milk composition and the health of the mammary gland in the studied herds. In view of the obtained results, we recommend adoption of better food supplementation strategies to the herds, mainly during the NGS, aiming to reduce its negative effects on milk yield and milk constituents. Moreover, more attention should be given to monitoring the health of the mammary gland in the summer and for HO cows during the summer season and during the GS.

Keywords: Somatic cells, organic farm, mastitis, milk quality, milk solids.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos produzidos com certificação orgânica vem crescendo anualmente em todo o mundo. Nos Estados Unidos, desde os anos 1990, o crescimento é expressivo com valores de vendas que saltaram de \$3,6 milhões em 1997 para \$43,3 milhões em 2015 (OTA, 2016). Dentre os alimentos orgânicos no mercado americano, o leite e seus derivados ocuparam a 2ª colocação em valores de vendas em 2012, que corresponderam a 15% do mercado de alimentos orgânicos no país (USDA - ECONOMIC RESEARCH SERVICE, 2016).

Os sistemas de produção animal com certificação orgânica devem oferecer a máxima condição de liberdade e bem-estar ao animal. Assim, vacas sob manejo orgânico devem ter acesso ao ar livre durante todo o ano, com obrigatória estação de pastejo de pelo menos 120 dias em pastagens orgânicas e ter ao menos 30% da matéria seca ingerida proveniente destas pastagens durante a estação de pastejo (USDA - NATIONAL ORGANIC PROGRAM, 2013). Essa condição tem estimulado o crescimento das práticas de pastejo em nível significativo nos Estados Unidos nos últimos 10 anos, particularmente, no nordeste (HAFLA et al., 2016).

As constantes mudanças nas condições ambientais durante o ano afetam diretamente as condições de manejo geral nas fazendas, especialmente os manejos alimentar e sanitário nos rebanhos com certificação orgânica. A prevenção de doenças em fazendas orgânicas baseia-se no oferecimento das condições para que o animal possa exercer o seu comportamento natural, com fornecimento de bom alimento e não sujeitar o animal ao estresse (FALL et al., 2008).

Os estudos que envolvem análises em fazendas leiteiras com certificação orgânica, em sua maioria, tem foco na comparação com sistemas manejados convencionalmente, dirigidos para diferentes objetivos, como produção, reprodução e saúde animal (MULLEN et al., 2015), composição da gordura do leite (BUTLER et al., 2011), fatores associados à mastite subclínica (DOHERR et al., 2007), fatores de risco associados com contagem de células somáticas em tanques de resfriamento (CICCONI-HOGAN et al., 2013). Embora já haja um considerável número de artigos publicados com foco na avaliação de fazendas leiteiras certificadas organicamente, poucos deram foco específico na relação entre as interações das estações do ano, estação de pastejo e raças nestes sistemas.

Nos Estados Unidos ocorre larga variação no uso de pastagens devido à diversidade ambiental com muitas espécies de forragens, diferenças climáticas e diversa seleção de alimentos suplementares (WASHBURN; MULLEN, 2014). As variações nas condições climáticas podem afetar a performance de produção e bem-estar dos animais de produção

(BERTOCCHI et al., 2014), considerando ainda as significantes diferenças na produção de alimentos, regimes alimentares, uso de antibióticos e tratamentos quimioterápicos e manejo dos animais entre sistemas com certificação orgânica e sistemas convencionais (FALL et al., 2008).

Considerando esses aspectos, o objetivo deste artigo foi avaliar a produção e composição do leite e saúde da glândula mamária entre vacas das raças Holandesa (HO), Jersey (JE) e cruzadas Holandesa-Jersey (XX) manejadas em fazendas com certificação orgânica e determinar se as estações do ano e estação de pastejo têm influência sobre tais aspectos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Rebanhos

Quatorze rebanhos leiteiros com certificação orgânica, situados em cinco estados na região nordeste dos Estados Unidos (Maine = 03, New Hampshire = 03, New York = 02, Pennsylvania = 03 e Vermont = 03) participaram deste estudo.

Além de animais das raças Holandesa, Jersey e cruzados Holandês-Jersey foram identificados animais de outras raças, como Ayrshire (n=18), Brown Swiss (n=03), Guernsey (n=02), Milking Shorthorn (n=20), Normande (n=14), Red & White (n=02), Simmental (n=1) e Am Lineback (n=1) que, em virtude da sua baixa representatividade no banco de dados e nos rebanhos, tiveram suas informações eliminadas.

No manejo alimentar, a maioria das pastagens era composta por forrageiras de estação fria (cool-season grasses), correspondente a 67% das pastagens para pastejo, que incluíam orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), Timothy (*Phleum pratense* L.), Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.), tall fescue (*Festuca arundinacea* S.) e festulolium (*Festulolium* spp.). Os trevos perfaziam, aproximadamente, 26% das espécies para pastejo, incluindo red clover (*Trifolium pretense* L.) e white clover (*Trifolium repens* L.) (HAFLA et al., 2016).

2.2 Dados

Os dados foram obtidos de testes mensais (test day records) provenientes do Dairy Herd Improvement Association (DHIA) entre maio/2012 a junho/2015. Os relatórios continham as seguintes informações: data do teste, estado e código da fazenda, identificação da vaca, raça da vaca, data do parto, dias em lactação (DEL), número de lactações (NL), rendimento de leite no

teste (RL), concentração de gordura no leite (GOR), concentração de proteína no leite (PROT), escore linear de contagem de células somáticas (ECCS) e contagem de células somáticas (CCS). Cada vaca contribuiu entre 2 e 20 observações de testes mensais em uma ou mais lactações.

Após unificação dos dados de todas as fazendas, o banco de dados remeteu a um total de 17.563 observações. Para garantir confiabilidade e consistência para análise estatística, os dados passaram por edição visando a atender aos seguintes critérios: RL (2 a 60 kg/dia), GOR (2,0 a 8,0%), PROT (2,5 a 5,0%), DEL (5 a 320 dias), ECCS (0 a 9). Para duas fazendas foram obtidos os dados apenas em CCS. Assim, fizemos a conversão para ECCS, que é uma transformação logarítmica de base 2 da CCS, sendo $ECCS = \log_2 (CCS/100) + 3$, onde CCS é células somáticas por mililitros de leite, a conversão de ECCS para CCS é calculada como $CCS = 100 \times 2^{(ECCS - 3)}$ (SCHUKKEN et al., 1993). Com a edição do banco de dados, o número de observações foi reduzido para 14.246, que corresponderam a informações de 1074 vacas (HO = 564, JE = 364 e XX = 146).

Com base nos dados, foram calculadas as variáveis – leite corrigido para 4% de gordura (LCG4) pela fórmula $Kg/dia = 0,4 \times \text{leite (kg/dia)} + 15 \times \text{gordura (kg/dia)}$ (NRC, 2001) e rendimento de gordura (RG) e proteína (RP) considerando produção diária e as suas concentrações mensuradas na composição do leite. O estabelecimento da estação do ano correspondente a cada data do teste, definido pelos seguintes critérios - primavera (21/03 a 21/06), verão (22/06 a 21/09), outono (22/09 a 20/12) e inverno (21/12 a 20/03). A definição da estação de pastejo, na qual os animais têm acesso ao pasto (EP) ou não acesso ao pastejo (NEP) foi estabelecida como descrito por Hafla et al. (2016) para cada Estado e cada data de teste, conforme o início e fim da estação de pastejo (Tabela 1).

Tabela 1. Datas médias do início e fim da estação de pastejo (EP) e duração da estação relativas às fazendas em estudo da região em estudo

Estado	Início – Estação de Pastejo	Fim – Estação de Pastejo	Duração média (dias)
Maine	14/jun	25/out	134
New Hampshire	30/mai	11/out	135
New York	02/mai	15/out	167
Pennsylvania	05/mai	16/nov	196
Vermont	15/mai	31/out	170

Fonte: Adaptado de Hafla et al., 2016.

2.3 Análise estatística

Medidas de dispersão e de tendência central. Para analisar o padrão de tendências de distribuição dos dados de composição do leite e saúde da glândula mamária, foram utilizadas a amplitude (valor máximo – valor mínimo) que forneceram informações de dispersão dos dados e medidas de locação ou de tendência central do conjunto de dados (média aritmética, moda e mediana). Essas estatísticas, juntamente com o coeficiente de variação que fornece uma ideia global da dispersão do conjunto de dados com relação à média aritmética estão na Tabela 2.

Tabela 2. Estatísticas descritivas para as variáveis de composição do leite e saúde da glândula mamária.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Moda	Mediana	Assimetria	Curtose	CV, %
RL (Kg/dia)	2,27	58,97	21,33	19,96	20,41	0,54	0,23	37,71
LCG4 (Kg/dia)	1,79	61,82	21,71	19,05	21,13	0,48	0,46	34,65
PROT (%)	2,50	5,00	3,28	3,10	3,20	0,63	0,21	13,75
RP (Kg/dia)	0,09	1,81	0,68	0,65	0,66	0,49	0,30	33,94
GOR (%)	2,00	8,00	4,26	3,80	4,10	0,51	0,34	22,99
RG (Kg/dia)	0,06	2,98	0,88	0,76	0,86	0,59	0,96	35,58
ECCS	0,10	9,00	2,54	0,10	2,30	0,78	0,23	71,18

RL = rendimento de leite; LCG4 = leite corrigido para 4% de gordura; PROT = percentual de proteína no leite; RP = rendimento de proteína no leite; GOR = percentual de gordura no leite; RG = rendimento de gordura no leite; ECCS = escore linear da contagem de células somáticas no leite.

Com exceção do escore linear de células somáticas (ECCS), que apresentou o maior afastamento da distribuição normal, as variáveis de produção tiveram comportamento homogêneo e estiveram mais próximas da distribuição normal. A relação das variáveis mais próximas da distribuição normal para as mais distantes foram: LCG4, RP, GOR, RG, PROT, RL e ECCS.

Função de distribuição de probabilidade. Uma função de distribuição de probabilidade de uma variável aleatória contínua pode ser compreendida como a relação matemática que fornece, para cada valor da variável, o somatório das probabilidades de todas as ocorrências até aquele ponto. Isso pode ser demonstrado num gráfico cartesiano X-Y, em que o eixo-X expressa os valores da variável aleatória, em ordem crescente, e o eixo-Y, o valor da sua função de distribuição, sendo que a curva resultante parte do zero e cresce até atingir a altura máxima de 1 (um). Admitindo-se que x assumo um valor no intervalo de “a” e “b” ($a < b$), então a distribuição de probabilidade para a variável aleatória contínua “x”, denominada de função de densidade, é dada pela área sob a curva limitada por “a” e “b”, em que $f(x)$ é a função de densidade de probabilidade de “x”:

$$P(a < x < b) = \int_a^b f(x)dx$$

Para uma amostra ou população $x_1, \dots, x_n$ assumindo qualquer valor dentro do intervalo de $-\infty < x < \infty$, pode-se afirmar que a soma das probabilidades destes valores é igual a 1, conforme mostra a expressão:

$$P(-\infty < x < +\infty) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$$

O interesse em localizar variáveis contínuas que se ajustam à distribuição normal é que as informações latentes existentes nos dados podem ser facilmente interpretáveis. A função densidade de probabilidade das variáveis deste estudo está representadas na Figura 1.

Ao analisar conjuntamente Tabela 2 e a Figura 1, a relação das variáveis mais próximas da distribuição normal para as mais distantes foram: LCG4, RG, RP, PROT, RL, GOR e ECCS.

Modelo. Para testar os efeitos de raça, estação do ano, estação de pastejo e suas interações foi utilizado o procedimento PROC GLM no SAS, como apresentado no modelo abaixo e no quadro de análise de variância na Tabela 03:

$$y_{ijkl} = \mu + b_i + s_j + (sb)_{ij} + g_k + (bg)_{jk} + \varepsilon_{ijkl};$$

$$(i=1, 2, 3; j=1, 2, 3, 4; k=1, 2; l=1, 2, \dots)$$

l = corresponde ao número de parições de cada vaca com o respectivo dias em lactação (de 05 a 320) na data da coleta da amostra.

y_{ijkl} = valor observado na produção de leite da vaca da raça i , da estação do ano j e na estação de pastejo k

μ = efeito médio global;

b_i, s_j, g_k = efeitos fixos de raça, estação do ano e estação de pastejo;

$(sb)_{ij}, g_k, (bg)_{jk}$ = efeitos de interação

ε_{ijkl} = efeito aleatório, $\sim \text{IID } (0, \sigma^2)$

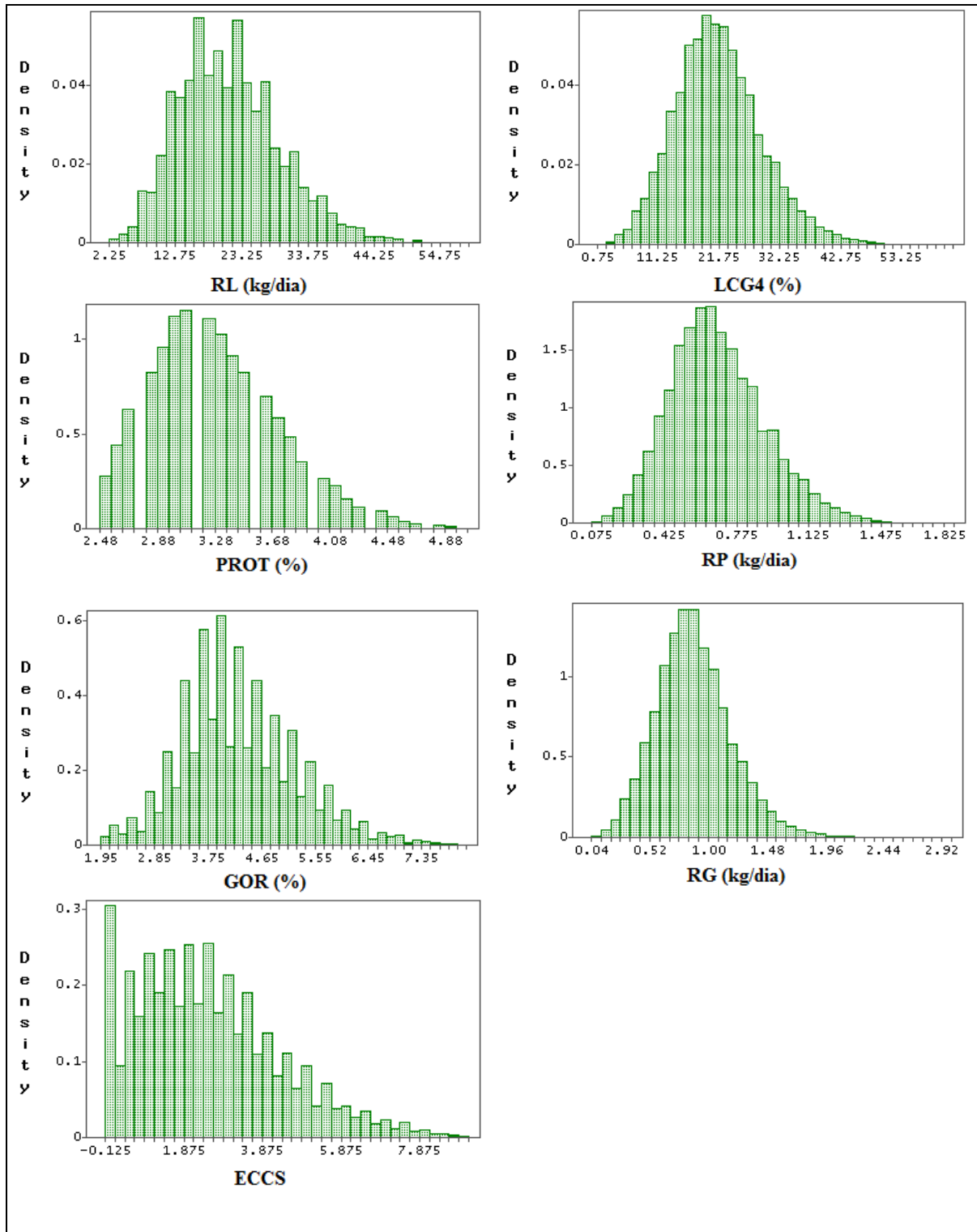


Figura 1. Gráfico da função densidade de probabilidade das observações de composição do leite e saúde da glândula mamária.

Tabela 3. Quadro de análise de variância

Fatores de variação	G.L.
Modelo	14
Raça	2
Estação do ano	3
Interação Raça x Estação do ano	6
Estação de Pastejo	1
Interação Raça x Estação de Pastejo	2
Erro	14231
Total	14245

3. RESULTADOS

Nos rebanhos analisados, o número de vacas em lactação correspondeu a 14 ± 3 e 75 ± 11 (média $\pm$ desvio padrão), respectivamente, para o menor e maior rebanho. Para todos os rebanhos foi 38 ± 18 vacas em lactação (média $\pm$ desvio padrão). Na frequência das observações analisadas ocorreu o predomínio genético de Holandesa (HO = 49%) e Jersey (JE = 37%) e, em menor frequência, cruzados Holandesa-Jersey (XX = 14%). Alguns parâmetros sobre os rebanhos apresentaram as seguintes medidas (média $\pm$ desvio-padrão): RL ($21,33 \pm 8,04$ kg/animal por dia), PROT ($3,28 \pm 0,45$ %), GOR ($4,26 \pm 0,98$ %), DEL (148 ± 87 dias) e ECCS ($2,54 \pm 1,80 \sim$ CCS = $73 \pm 44 \times 10^3$ cels/mL). Neste estudo, a produção e qualidade do leite e saúde da glândula mamária foram influenciados pela raça das vacas, estação do ano e estação de pastejo ($P < 0,05$) (Tabelas 4, 5 e 6).

3.1 Efeito da estação do ano nas médias da lactação e saúde da glândula mamária

Estações do ano. As observações representaram a distribuição de 23,48, 26,37, 25,53 e 24,62% para outono, primavera, verão e inverno, respectivamente. No presente estudo, todas as variáveis selecionadas foram afetadas pelas estações do ano (Tabela 4). O rendimento médio de leite (RL) foi significativamente maior na primavera ($P < 0,05$) 1,04, 1,58 e 1,96 kg/dia comparado ao inverno, verão e outono, respectivamente. As médias para a variável LCG4 foram mais altas na primavera e no inverno que diferiram das médias de outono e verão ($P < 0,05$).

As médias de PROT diferiram entre todas as estações ($P < 0,05$) com destaque para maior concentração no outono e menor no verão. Para RP houve diferença significativa ($P < 0,05$) da primavera com mais alta média em relação às demais estações. Outono e inverno apresentaram as médias mais altas para GOR que diferiram ($P < 0,05$) em relação à primavera e verão, que não diferiram entre si. Já as médias da variável RG foram maiores e similares na

primavera e inverno, que diferiram ($P < 0,05$) entre as demais, sendo a menor média observada no verão.

A avaliação da saúde da glândula mamária foi analisada pelo ECCS, que apresentou a maior média do escore no verão ($\text{ECCS} = 2,60 \sim \text{CCS} = 76 \times 10^3 \text{ cels/mL}$), com diferença significativa para a primavera ($P < 0,05$), menor escore médio ($\text{ECCS} = 2,44 \sim \text{CCS} = 68 \times 10^3 \text{ cels/mL}$).

Raças. Todas as variáveis selecionadas foram afetadas pela raça da vaca (Tabela 4). As variáveis RL e LCG4 apresentaram a mesma tendência nas suas médias, com melhor e significativo ($P < 0,05$) desempenho identificado para a raça HO, seguida pela XX (-1,24kg/dia RL e -0,5 kg/dia LCG4) e JE (-6,12 kg/dia RL e -3,18 kg/dia LCG4). Para as variáveis PROT e GOR o comportamento das médias foi inverso ao observado para as variáveis RL e LCG4, com média superior para JE ($P < 0,05$), seguida por XX (-0,27% PROT e -0,77% GOR) e HO (-0,46% PROT e -1,05% GOR). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para as variáveis RP e RG entre as raças HO e XX, que diferiram para JE. A variável ECCS apresentou média significativamente maior na raça HO, mas não houve diferença entre JE e XX.

Pastejo. As observações corresponderam a 42,61 e 57,39% para EP e NEP, respectivamente. Todas as variáveis selecionadas foram afetadas significativamente ($P < 0,05$) pela estação de pastejo, exceto ECCS (Tabela 4). Na EP destacamos a superioridade nas médias das variáveis RL (+1,2 kg/dia) e LCG4 (+0,66 kg/dia) em relação à NEP. Apenas a variável GOR apresentou média maior e significante ($P < 0,05$) na NEP (+0,18 %) comparada à EP.

Tabela 4. Médias e erros padrão obtidos por quadrados mínimos para as observações de rendimento e composição do leite e saúde da glândula mamária nas estações do ano, raças e estação de pastejo

	RL Kg/dia	LCG4 Kg/dia	PROT %	RP Kg/dia	GOR %	RG Kg/dia	ECCS
ESTAÇÃO DO ANO							
Outono	20,55 ± 0,15c	21,29 ± 0,14b	3,41 ± 0,01a	0,68 ± 0,01b	4,38 ± 0,01a	0,87 ± 0,01b	2,46 ± 0,04ab
Primavera	22,51 ± 0,14a	22,62 ± 0,14a	3,24 ± 0,01c	0,71 ± 0,01a	4,15 ± 0,01b	0,90 ± 0,01a	2,44 ± 0,04b
Verão	20,93 ± 0,18bc	20,89 ± 0,17b	3,20 ± 0,01d	0,65 ± 0,01b	4,11 ± 0,02b	0,83 ± 0,01c	2,60 ± 0,04a
Inverno	21,47 ± 0,17b	22,14 ± 0,17a	3,34 ± 0,01b	0,69 ± 0,01b	4,38 ± 0,02a	0,90 ± 0,01a	2,51 ± 0,04ab
RAÇAS							
HO	23,82 ± 0,09a	22,96 ± 0,08a	3,08 ± 0,01c	0,72 ± 0,01a	3,81 ± 0,01c	0,89 ± 0,01a	2,59 ± 0,02a
JE	17,70 ± 0,11c	19,78 ± 0,10c	3,54 ± 0,01a	0,61 ± 0,01b	4,86 ± 0,01a	0,84 ± 0,01b	2,48 ± 0,03b
XX	22,58 ± 0,17b	22,47 ± 0,16b	3,27 ± 0,01b	0,72 ± 0,01a	4,09 ± 0,01b	0,89 ± 0,01a	2,44 ± 0,04b
PASTEJO							
EP	21,97 ± 0,15a	22,07 ± 0,14a	3,32 ± 0,01a	0,71 ± 0,01a	4,17 ± 0,02b	0,88 ± 0,01a	2,50 ± 0,04a
NEP	20,77 ± 0,12b	21,41 ± 0,12b	3,29 ± 0,01b	0,67 ± 0,01b	4,35 ± 0,01a	0,87 ± 0,01b	2,52 ± 0,03a

RL = Rendimento de leite; LCG4 = Leite corrigido para 4% de gordura; PROT = percentual de proteína no leite; RP = rendimento de proteína no leite; GOR = percentual de gordura no leite; RG = rendimento de gordura no leite; ECCS = escore linear da contagem de células somáticas no leite; HO = Raça Holandesa; JE = Raça Jersey; XX = Cruzados Holandês-Jersey; EP = Acesso ao pastejo; NEP = Sem acesso ao pastejo.

Letras diferentes na coluna, dentro de efeitos principais, indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

3.2 Interação estação do ano versus raça nas médias da lactação e saúde da glândula mamária

Rendimento de leite. Nas estações outono, primavera e inverno não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre HO e XX, com maiores rendimentos produtivos (RL) comparado à raça JE. Apenas no verão a HO apresentou superioridade significativa ($P < 0,05$) em relação à XX (Tabela 5). Embora, ao observar a variável LCG4, notou-se que o comportamento para todas as estações foi similar entre HO e XX, que foram significativamente superiores à JE ($P < 0,05$).

Proteína. Para as médias da variável PROT dentro de cada estação houve diferença significativa entre as raças, sendo significativamente superior para JE, intermediária para XX e inferior para HO ($P < 0,05$). Para todas as raças houve uma tendência bem estabelecida das médias de PROT serem maiores no outono e menores no verão. Para RP, esta relação foi inversa, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre HO e XX, com médias superiores, comparadas com a JE.

Gordura. A variável GOR apresentou a mesma tendência observada para a variável PROT entre as raças nas estações do ano. Porém, na variável RG não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as raças nas estações primavera (XX média superior) e verão (HO média superior). No outono HO e XX não diferiram entre si e foram superiores à JE. No inverno, HO não diferiu estatisticamente de XX, mas foi superior a JE, enquanto XX não diferiu da JE ($P > 0,05$).

Escore de células somáticas. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as raças dentro de cada estação do ano para a variável ECCS, embora, os resultados obtidos tenham sido numericamente maiores na raça HO na primavera e inverno e para a JE no verão.

Tabela 5. Médias e erros padrão obtidos por quadrados mínimos para as observações de rendimento e composição do leite e saúde da glândula mamária para a interação estação do ano x raça

Estação	Raça	RL Kg/dia	LCG4 Kg/dia	PROT %	RP Kg/dia	GOR %	RG Kg/dia	ECCS
Outono	HO	23,23 ± 0,19a	22,78 ± 0,18a	3,18 ± 0,01c	0,72 ± 0,01a	3,94 ± 0,02c	0,90 ± 0,01a	2,52 ± 0,04a
Outono	JE	16,49 ± 0,23b	18,78 ± 0,22b	3,69 ± 0,01a	0,60 ± 0,01b	5,00 ± 0,02a	0,81 ± 0,01b	2,36 ± 0,06a
Outono	XX	21,94 ± 0,34a	22,33 ± 0,34a	3,36 ± 0,02b	0,73 ± 0,01a	4,22 ± 0,04b	0,90 ± 0,01a	2,52 ± 0,08a
Primavera	HO	24,48 ± 0,17a	23,48 ± 0,17a	3,04 ± 0,01c	0,73 ± 0,01a	3,77 ± 0,02c	0,91 ± 0,01a	2,58 ± 0,04a
Primavera	JE	18,88 ± 0,22b	20,72 ± 0,21b	3,46 ± 0,01a	0,64 ± 0,01b	4,73 ± 0,02a	0,88 ± 0,01a	2,39 ± 0,05a
Primavera	XX	24,18 ± 0,35a	23,67 ± 0,35a	3,24 ± 0,02b	0,77 ± 0,01a	3,97 ± 0,04b	0,93 ± 0,01a	2,36 ± 0,09a
Verão	HO	23,32 ± 0,22a	22,03 ± 0,21a	3,01 ± 0,01c	0,70 ± 0,01a	3,70 ± 0,02c	0,85 ± 0,01a	2,61 ± 0,05a
Verão	JE	18,09 ± 0,26c	19,67 ± 0,26b	3,42 ± 0,01a	0,60 ± 0,01b	4,64 ± 0,03a	0,83 ± 0,01a	2,72 ± 0,06a
Verão	XX	21,38 ± 0,42b	20,99 ± 0,41a	3,19 ± 0,02b	0,67 ± 0,01a	3,97 ± 0,04b	0,83 ± 0,02a	2,50 ± 0,10a
Inverno	HO	24,25 ± 0,22a	23,58 ± 0,22a	3,10±0,01c	0,74 ± 0,01a	3,87 ± 0,02c	0,93 ± 0,01a	2,66 ± 0,05a
Inverno	JE	17,34 ± 0,26b	19,97 ± 0,26b	3,62±0,01a	0,62 ± 0,01b	5,10 ± 0,03a	0,87 ± 0,01b	2,48 ± 0,06a
Inverno	XX	22,84 ± 0,41a	22,89 ± 0,40a	3,32±0,02b	0,74 ± 0,01a	4,19 ± 0,04b	0,92 ± 0,02ab	2,41 ± 0,10a

RL = Rendimento de leite; LCG4 = Leite corrigido para 4% de gordura; PROT = percentual de proteína no leite; RP = rendimento de proteína no leite; GOR = percentual de gordura no leite; RG = rendimento de gordura no leite; ECCS = escore linear da contagem de células somáticas no leite; HO = Raça Holandesa; JE = Raça Jersey; XX = Cruzados Holandês-Jersey.

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey, entre raças dentro de estação.

3.3 Interação da estação de pastejo versus raça nas médias da lactação e saúde da glândula mamária

Os resultados obtidos na avaliação da interação estação de pastejo e raças para as variáveis de rendimento e componentes do leite e saúde da glândula mamária são apresentados na Tabela 6.

Rendimento de leite. A raça JE apresentou o mais baixo e significativo ($P < 0,05$) resultado para RL tanto na EP quanto na NEP em relação às raças HO e XX. Na EP, a raça XX apresentou média numericamente superior a HO, mas não diferiu significativamente ($P > 0,05$); já na NEP a raça HO foi significantemente superior (+2,97 kg/dia) à XX ($P < 0,05$). As mesmas condições foram observadas entre as raças para a variável LCG4 em ambas EP e NEP.

Proteína. A raça JE produziu a mais alta e significativa média ($P < 0,05$) para PROT no leite, seguida pela XX e HO em ambas EP e NEP. Entretanto, na variável RP, a JE apresentou o mais baixo desempenho que diferiu significativamente ($P < 0,05$) para as demais raças, em ambas EP e NEP. A XX apresentou melhor e significativo ($P < 0,05$) RP na EP comparada à HO, com inversão entre estas na NEP, quando a raça HO foi superior ($P < 0,05$).

Gordura. A média para RG na EP foi superior na raça XX ($P < 0,05$) seguido por HO e JE. Na NEP a raça HO foi superior e diferiu significativamente das demais raças. Porém, JE e XX não diferiram significativamente entre si ($P > 0,05$).

Score de células somáticas. As médias não diferiram significativamente entre as raças na NEP ($P > 0,05$). Na EP a média foi significativamente superior ($P < 0,05$) para a raça HO, quando comparada às médias de JE e XX, que não diferiram entre si ($P > 0,05$).

Tabela 6. Médias e erros padrão obtidos por quadrados mínimos para as observações de rendimento e composição do leite e saúde da glândula mamária para o efeito de raças (HO, JE, XX) dentro de estação de pastejo (EP: acesso ao pastejo; NEP: sem acesso ao pastejo).

Pastejo	Raça	RL Kg/dia	LCG4 Kg/dia	PROT %	RP Kg/dia	GOR %	RG Kg/dia	ECCS
EP	HO	23,73 ± 0,17a	22,72 ± 0,16a	3,11 ± 0,01c	0,72 ± 0,01b	3,79 ± 0,02c	0,88 ± 0,01b	2,67 ± 0,04a
EP	JE	17,94 ± 0,24b	19,75 ± 0,23b	3,54 ± 0,01a	0,62 ± 0,01c	4,76 ± 0,03a	0,84 ± 0,01c	2,44 ± 0,06b
EP	XX	24,23 ± 0,33a	23,75 ± 0,32a	3,30 ± 0,02b	0,78 ± 0,01a	3,97 ± 0,04b	0,94 ± 0,01a	2,39 ± 0,08b
NEP	HO	23,91 ± 0,15a	23,21 ± 0,14a	3,05 ± 0,01c	0,72 ± 0,01a	3,85 ± 0,02c	0,91 ± 0,01a	2,51 ± 0,04a
NEP	JE	17,47 ± 0,16c	19,82 ± 0,16c	3,55 ± 0,01a	0,61 ± 0,01c	4,98 ± 0,02a	0,86 ± 0,01b	2,53 ± 0,04a
NEP	XX	20,94 ± 0,27b	21,19 ± 0,27b	3,25 ± 0,01b	0,67 ± 0,01b	4,22 ± 0,03b	0,85 ± 0,01b	2,51 ± 0,07a

RL = Rendimento de leite; LCG4 = Leite corrigido para 4% de gordura; PROT = percentual de proteína no leite; RP = rendimento de proteína no leite; GOR = percentual de gordura no leite; RG = rendimento de gordura no leite; ECCS = escore linear da contagem de células somáticas no leite; HO = Raça Holandesa; JE = Raça Jersey; XX = Cruzados Holandês-Jersey; EP = Acesso ao pastejo; NEP = Sem acesso ao pastejo.

Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey, entre raça dentro da estação de pastejo.

4. DISCUSSÃO

4.1 Estação do ano

O rendimento e características do leite podem apresentar mudanças no decorrer do ano como resultado da influência das estações sobre os animais (BERNABUCCI et al., 2015). Por exemplo, Hardie et al. (2014) descreveram um forte aumento na concentração dos componentes do leite ao final do outono e valores extremamente altos em janeiro (inverno) em rebanhos leiteiros certificados organicamente no estado de Wisconsin, em que os autores atribuíram à possibilidade de diferentes fatores, incluindo raça, estágio de lactação, número de ordenhas por dia e estratégias de alimentação. No presente estudo, considerando a peculiaridade no manejo de animais sob certificação orgânica, principalmente, no aspecto alimentar, as mais altas e baixas concentrações dos componentes e produção de leite estão relacionadas à estratégia de manejo alimentar adotada nos rebanhos em cada estação do ano.

No final da primavera, verão e, parte do outono, dependendo da localização (Tabela 1) e condições da fazenda na região deste estudo, é quando ocorre a maior participação de alimentos frescos, provenientes do pastejo na dieta das vacas, em que os efeitos positivos e negativos terão impacto nas respostas produtivas do animal, conforme a disponibilidade e qualidade do pasto. Se a pastagem é bem manejada e de alta qualidade, é possível alcançar 60-100% da ingestão de matéria seca (IMS) proveniente do pasto (NOFA-NY, 2009), conforme os critérios de manejo adotados pelo fazendeiro.

Ao final do outono, todo o inverno e início da primavera há a diminuição ou ausência de pastos naturais na dieta das vacas, quando elas passam a receber dietas completas (total mixed ration – TMR) com forragens conservadas e suplementação concentrada em maior proporção ou na sua totalidade. Nossos resultados, na comparação entre estações do ano, apontaram haver dificuldades na manutenção no rendimento produtivo das vacas durante as estações verão e outono, demonstrando a possibilidade de deficiência de nutrientes na dieta associada ao decréscimo na quantidade e qualidade do pasto e não atendimento desta demanda nutricional pela suplementação ofertada.

No aspecto da saúde da glândula mamária, os índices mais elevados de CCS no verão, como observado neste estudo, são compatíveis com aqueles em estudos anteriores (WEST, 2003; CICCONI-HOGAN et al. 2013; BERTOCCHI et al. 2014; SHOCK et al., 2015). Segundo West (2003), nas condições de estresse térmico do verão, as vacas apresentam reduzida ingestão de matéria seca, diminuição na atividade, procuram sombra e vento, aumento

da taxa respiratória, aumento do fluxo sanguíneo e sudorese. Associado a estes fatores que afetam a imunidade da vaca, as condições ambientais no verão contribuem para o aumento populacional de moscas que atuam no aumento de infecções intramamárias (GALVÃO JÚNIOR. et al., 2016). Em estudo envolvendo 192 fazendas orgânicas nos estados de New York, Oregon e Wisconsin, Cicconi-Hogan et al. (2013) identificaram um efeito de estação com tendência de aumento de CCS no verão e diminuição no inverno. Bertocchi et al. (2014) estudaram, entre 2003 e 2009, na Itália, a variação sazonal na composição do leite de vacas holandesas e observaram no verão os mais críticos índices, demonstrando os mais altos valores de CCS e os mais baixos valores para PROT e GOR nesta estação, com consequente impacto negativo na comercialização de leite de alta qualidade. Shock et al. (2015) demonstraram a ocorrência de elevação da CCS em tanques de resfriamento de rebanho leiteiros em Ontario, Canadá, entre 2000 e 2011, e definiram a necessidade de ações proativas de estratégias de saúde do úbere antes deste período de risco.

Os níveis de CCS obtidos neste estudo são considerados baixos e homogêneos ao longo do ano, que significa a adoção de boas práticas no manejo geral do rebanho, especialmente, o manejo da ordenha. Contudo, apesar da ênfase dispensada a CCS durante os meses mais quentes do ano, o fazendeiro deve acompanhar permanentemente a saúde do úbere no rebanho durante todo o ano, pois negligências neste manejo podem afetar todo o controle do rebanho.

4.2 Raça

Os resultados obtidos na comparação entre as raças para produção e composição do leite eram esperados, principalmente para HO e JE, com maior RL na Holandesa e maior PROT e GOR na Jersey, com destaque para o grupo XX, que demonstrou condições de manter uma linha de produção intermediária entre HO e JE nas mesmas condições de manejo em fazendas com certificação orgânica.

O cruzamento entre raças é uma ferramenta largamente utilizada em programas de melhoramento genético em espécies de plantas e animais, mas o cruzamento não tem sido muito aceito na maioria das populações tradicionais de bovinos leiteiros, em função da vantagem de animais da raça Holandesa em volume de leite e a forte influência de criadores de raça pura e associações de raça (WEIGEL; BARLASS, 2003). Cruzamentos de Jersey com Holandês são comuns na Nova Zelândia (em torno de 20% do leite bovino registrado) e na Austrália (em torno de 5 % das vacas (VANRADEN; SANDERS, 2003).

Associado ao discutido acima, a decisão de qual ou quais raças e/ou cruzamentos serem aplicados na fazenda é uma decisão importante a ser tomada pelo fazendeiro. O cruzamento de gado leiteiro está sendo explorado, principalmente pelo potencial de melhorar a fertilidade, saúde e sobrevivência das vacas, embora ocorra alguma perda de produção dos cruzados comparado com Holandesas, estes traços funcionais podem compensar substancialmente inserção no rebanho pela introdução de genes favoráveis, remoção de depressão endogâmica e vantagem da heterose (BUCKLEY et al., 2014; BJELLAND et al., 2011).

Além disso, raças puras e cruzadas podem ser manejadas na mesma fazenda, buscando um ponto de equilíbrio que atenda aos planos do fazendeiro, como também da indústria. Embora, a produção e rentabilidade devam ser avaliadas no planejamento da inclusão de raças alternativas para uso em cruzamentos no rebanho (BUCKLEY et al., 2014).

Nossos resultados assemelham-se a outros anteriormente publicados em relação ao estudo das raças e seus cruzamentos para a função leiteira (WEIGEL; BARLASS, 2003; COFFEY et al., 2016). Weigel e Barlass (2003) conduziram pesquisa nacional nos Estados Unidos com 50 produtores de leite em 22 Estados que aplicavam técnicas de cruzamento nos rebanhos, dentre aqueles que cruzavam fêmeas Holandesas com touros de uma raça menor, quase todos citaram a necessidade de reduzir dificuldades de parto, melhoria na fertilidade, saúde e sobrevivência da vaca através do cruzamento e, muitos também demonstraram o desejo de melhorar a porcentagem de gordura e proteína no leite.

Na avaliação de raças e cruzamentos de vacas leiteiras manejadas em pastejo na Irlanda, Coffey et al., (2016) reportaram a superioridade para rendimento de volume de leite de vacas puras Holandesas, 12% e 19%, em relação às suas contemporâneas Friesian e Jersey, respectivamente. Os constituintes do leite (porcentagem de gordura e proteína) foram 17,0 e 15,6% maiores em vacas puras Jersey relativo, respectivamente, às suas contemporâneas Holandesa e Friesian. Em nosso estudo, a superioridade no RL de vacas HO foi 25% e 5% para JE e XX, respectivamente (Tabela 04). Enquanto para os constituintes, vacas JE demonstraram superioridade na porcentagem de proteína de 13% e 8%, e de gordura 22% e 16%, respectivamente, comparado à HO e XX (Tabela 4). Embora, na observação do rendimento real diário, vacas HO e XX tenham tido rendimento de proteína e gordura superiores à JE ($P < 0.05$).

Para Buckley et al. (2014), a aplicação do cruzamento em rebanhos comerciais é uma ponderosa ferramenta que melhora fertilidade e sobrevivência, que em longo prazo melhora a rentabilidade e produtividade. Entretanto, VanRaden e Sanders (2003) relataram em seu estudo a ocorrência de heterose ligeiramente superior para o rendimento de gordura e proteína do que para a produção de leite, que indica um leite mais concentrado nos animais cruzados, o que

poderia também aumentar o ECCS como uma resposta correlacionada. Em nosso estudo, obtivemos o menor índice na avaliação do ECCS para os animais cruzados (ECCS = 2,44), comparado às raças puras (HO = 2,59; JE = 2,48). Contudo, na comparação entre as raças dentro de cada estação do ano, não obtivemos diferença significativa entre cruzados e puros ($P > 0,05$) e, na estação de pastejo, a HO obteve um ECCS significativamente superior às demais raças (Tabela 6).

Estes resultados demonstram que vacas provenientes do cruzamento HO x JE podem ser manejadas em sistemas com certificação orgânica na região de estudo em associação com animais puros, com referência aos parâmetros produtivos de leite e saúde da glândula mamária, principalmente, durante a EP.

4.3 Estação de pastejo

O fator dietético tem papel importante nas consideráveis diferenças observadas na produção e composição do leite, tais como vacas alimentadas com silagem, feno ou pré-secado no inverno e vacas mantidas em pastagem e alimentadas com pasto fresco durante primavera-verão (BERNABUCCI et al., 2015). Em associação, a alimentação é o maior custo na produção de leite (WHITE et al., 2002), considerando ainda que o alimento adquirido deve possuir certificação orgânica, que contribui para um preço mais elevado em relação ao convencional.

Desta forma, a adoção da estação de pastejo em sistemas com certificação orgânica, além da redução nos custos com alimentação, busca atender à “regra de pastejo” (RINEHART; BAIER, 2011), em que animais ruminantes manejados em fazendas com certificação orgânica devem ter acesso a pastagens durante a estação de pastejo da sua região, que deve ser no mínimo de 120 dias por ano, com média de pelo ao menos 30% da IMS proveniente da pastagem.

A adoção de mais extensa ou mais curta estação de pastejo pelo fazendeiro pode ser determinada dentre outros fatores pela resposta animal, mão de obra, maquinário, terra, pastagem e mercado, que podem ser preponderantes na rentabilidade da fazenda leiteira. O nível de habilidade de gerenciamento é o maior determinante da performance da fazenda (WHITE et al., 2002). Nas fazendas leiteiras manejadas com base em pastagens, a escolha dos níveis de suplementação concentrada das vacas depende primeiramente da preferência do manejador, custo dos concentrados e duração de estação de pastejo; como visto no norte dos EUA, com a menor estação de cultivo, além da pastagem, é requerido o cultivo, colheita e armazenamento de forragem para uso durante a NEP (WASHBURN; MULLEN, 2014).

Hafla et al. (2016) conduziram um estudo de três anos (2012 - 2014) durante a estação de pastejo em quatorze fazendas, das quais treze compõem o nosso estudo, que objetivou avaliar as estratégias de manejo alimentar durante a estação de pastejo. As fazendas foram classificadas conforme o nível de uso de volumosos na dieta (referência ano 2013), em que quatro delas usaram alto nível de pastagem na dieta (<30% da matéria seca da dieta não proveniente de pastagem), cinco tiveram moderado uso de pastagem (>30% e <60% da matéria seca da dieta não proveniente de pastagem) e cinco fazendas tiveram baixo uso de forragem (>60% da matéria seca da dieta não proveniente de pastagem). Das quatro fazendas que aplicaram alto nível de pastagem, duas não usaram suplementação concentrada em nenhum período do ano e duas usaram uma suplementação parcial com dieta completa (TMR) durante a estação de pastejo. As dez fazendas restantes usaram uma combinação de mistura concentrada e forragens durante a estação de pastejo.

Na avaliação do pasto, os autores reportaram valores extremos de baixa proteína bruta (PB) e elevada fibra observadas em algumas amostras de pasto nestes rebanhos associadas aos períodos quente e seco durante a estação de pastejo e com aproximação do fim da estação de pastejo, quando a forragem começa a ficar dormente. Assim, recomendaram que os fazendeiros deveriam tomar cuidado para não provocar o sobrepastejo das pastagens no início da estação de pastejo, visando garantir uma estação de pastejo mais longa e com pasto de melhor qualidade.

Assim, tanto na EP quanto na NEP, a estratégia alimentar (pastagem/forragem + suplementação concentrada) ao longo do ano é essencial para o correto balanceamento das dietas para atender os requerimentos do tipo de animal em produção, embora, haja um desafio maior na suplementação da dieta na EP, quando os animais são manejados em sistemas com pastejo do que na NEP, basicamente devido ao menor controle na ingestão do componente forragem no dia a dia na EP.

5. CONCLUSÃO

A estação do ano, estação de pastejo e as raças afetaram o rendimento e composição do leite e a saúde da glândula mamária nos rebanhos estudados.

Diante dos resultados obtidos, recomendamos a adoção de melhores estratégias de suplementação alimentar dos rebanhos, principalmente durante a NEP, visando reduzir os seus efeitos negativos no rendimento do leite e seus constituintes.

Além disso, maior atenção deve ser dada ao acompanhamento da saúde da glândula mamária na estação verão e para vacas HO durante a estação verão e a EP.

REFERÊNCIAS

- BERNABUCCI, U. et al. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, 98:1-13, 2015.
- BERTOCCI, L. et al. Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. **Animal**, 8(4): 667-674, 2014.
- BJELLAND, D. W. et al. Production, reproduction, health, and growth traits in backcross Holstein x Jersey cows and their Holstein contemporaries. **Journal of Dairy Science**, 94:5194-5203, 2011.
- BUCKLEY, F.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; HEINS, B. J. Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival. **Animal**, 8:122-133, 2014.
- BUTLER, G. et al. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. **Journal of Dairy Science**, 94: 24-36, 2011.
- CICCONI-HOGAN, K. M. et al. Associations of risk factors with somatic cell count in bulk tank milk on organic and conventional dairy farms in the United States. **Journal of Dairy Science**, 96: 3689-3702, 2013.
- COFFEY, E. L. et al. Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal-calving commercial farms. **Journal of Dairy Science**, 99:1-9, 2016.
- DOHERR, M.G. et al. Risk factors associated with subclinical mastitis in dairy cows on Swiss organic and conventional production system farms. **Veterinarni Medicina**, 52 (11): 487-495, 2007.
- FALL, N. et al. Udder health at a Swedish research farm with both organic and conventional dairy cow management. **Preventive Veterinary Medicine**, 83:186-195, 2008.
- GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. et al. Seasonal effects on milk yield and somatic cell score in organic dairy farms from the Northeast United States. **Journal of Animal Science**, 94(S5):587, 2016.
- HAFLA, A. N. et al. *Case study*: Feeding strategy and pasture quality relative to nutrient requirements of dairy cows in the northeastern United States. **The Professional Animal Scientist**, 32: 523-530, 2016.
- HARDIE, C. A. et al. Feeding strategies on certified organic dairy farms in Wisconsin and their effect on milk production and income over feed costs. **Journal of Dairy Science**, 97:1-12, 2014.
- MULLEN, K. A. et al. *Case study*: A comparison of production, reproduction, and animal health for pastured dairy cows managed either conventionally or with use of organic principles. **The Professional Animal Scientist**, 31:167-174, 2015.

NOFA-NY (Northeast Organic Farming Association of New York). **The organic dairy handbook**: a comprehensive guide for the transition and beyond, 2009. 304p.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC, 2001.

OTA – Organic Trade Association. **US Organic**: state of the industry. 2016. Disponível em: http://ota.com/sites/default/files/indexed_files/OTA_StateofIndustry_2016.pdf. Acessado: 8 jan. 2017.

RINEHART, L.; BAIER, A. **Pasture for Organic Ruminant Livestock**: understanding and implementing the national organic program (NOP) pasture rule. USDA, Natl. Center Appr. Tech., Natl. Sustain. Agric. Info. Serv. (ATTRA), Washington, DC, 2011.

SAS Institute. **User's Guide**. versão 9.1.3 (Windows). Cary, NC, USA, 2002–2003.

SCHUKKEN, Y. H. et al. *Review article*: monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary Research**, 34: 579-596, 1993.

SHOCK, D. A. et al. Exploring the characteristics and dynamics of Ontario dairy herds experiencing increases in bulk milk somatic cell count during the summer. **Journal of Dairy Science**, 98: 3741-3753, 2015.

USDA Economic Research Service. **Organic market overview**, 2016. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/natural-resources-environment/organic-agriculture/organic-market-overview.aspx>. Acessado: 15 jan. 2017.

USDA National Organic Program. **Organic livestock requirements**, 2013. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/?dDocName=STELPRDC5102526>. Acessado: 28 dez. 2016.

VANRADEN, P. M.; SANDERS, A. H. Economic merit of crossbred and purebred US dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 86: 1036-1044, 2003.

WASHBURN, S. P.; MULLEN, K. A. *Invited review*: genetic considerations for various pasture-based dairy systems. **Journal of Dairy Science**, 97: 1-16, 2014.

WEIGEL, K. A.; BARLASS, K. A. Results of a producer survey regarding crossbreeding on US dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 86: 4148–4154., 2003.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 86: 2131-2144, 2003.

WHITE, S. L. et al. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows **Journal of Dairy Science**, 85: 95-104, 2002.

CAPÍTULO 3

ESTIMATIVAS DE PERDAS DE RENDIMENTO DE LEITE ASSOCIADAS À CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA³

³ Artigo será submetido ao periódico “Journal of Dairy Science” – Qualis A2 (2015) – Medicina Veterinária

ESTIMATIVAS DE PERDAS DE RENDIMENTO DE LEITE ASSOCIADAS À CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS EM FAZENDAS COM CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA

RESUMO: O objetivo deste artigo foi estimar as perdas de rendimento de leite de vacas Holandesa (HO), Jersey (JE) e cruzadas Holandesa-Jersey (XX) manejadas em fazendas com certificação orgânica, em função da contagem de células somáticas no leite, considerando os efeitos de raça da vaca, lactação (primípara ou múltipara) e estágio de lactação. 14246 registros de testes mensais (49% HO, 37% JE e 14% XX), entre maio/2012 e junho/2015, provenientes de quatorze rebanhos, em cinco estados (New York, New Hampshire, Maine, Pennsylvania e Vermont), em que o rendimento de leite (RL - kg/dia) e o escore linear de células somáticas (ECCS) foram avaliados em cada vaca no tempo (dias), considerando medidas repetidas, onde cada vaca representou o indivíduo, pelo procedimento MIXED do SAS. Obtivemos por modelo de regressão linear a observação de redução linear no RL em função do aumento da ECCS, com coeficiente equivalente a 0,5168, que corresponde ao acréscimo de perdas associadas ao ECCS a partir do SCS = 1,92. A perda média máxima de redução no RL pelo intervalo de confiança (IC) correspondeu a 0,47 kg/dia (2,4%) da lactação, com CCS = 89×10^3 cels/mL, equivalente a 150 kg em 320 dias de lactação. O decréscimo no RL foi mais acentuado nos primeiros 30 dias pós-parto e ao final da lactação para todos os efeitos. Nas primíparas, as perdas foram superiores às múltiparas nos primeiros 30 dias pós-parto, sendo superior nas múltiparas no restante da lactação. Entre as raças, as vacas JE demonstraram maior relação de perdas no RL e a XX foram as que representaram menores perdas. Com base nas estimativas de perdas de rendimento de leite associados à contagem de células somáticas do leite obtidas neste estudo, destacamos a necessidade de maior atenção ao manejo geral das vacas no período pré-parto e durante os trinta primeiros 30 dias de lactação, principalmente, em vacas primíparas e, ao final da lactação, independente da parição e raça.

Palavras-chave: estágio de lactação, fazenda orgânica, mastite, raça

ESTIMATES OF MILK YIELD LOSSES ASSOCIATED WITH SOMATIC CELL COUNTING IN ORGANIC CERTIFIED FARMS

ABSTRACT: The objective of this article was to estimate milk yield losses in Holstein (HO), Jersey (JE) and Holstein-Jersey cross-bred (XX) cows managed on farms with organic certification, as a function of somatic cell count in milk, considering the effects of cow breed, lactation (primiparous or multiparous) and lactation stage. 14,246 records of monthly tests (49% HO, 37% JE and 14% XX) between May/2012 and June/2015, from 14 herds in 5 states (New York, New Hampshire, Maine, Pennsylvania and Vermont) where milk yield (MY - kg/day) and linear somatic cell score (SCCS) were evaluated in each cow at the time (days), considering repeated measures, in which each cow represented the individual using the MIXED SAS procedure. Using a linear regression model, we obtained an observation of linear reduction in MY as a function of the SCCS increase, with a coefficient equivalent to 0.5168, corresponding to the increase in losses associated to SCCS from a SCS = 1.92. The maximum mean reduction loss in MY according to the confidence interval (CI) corresponded to 0.47 kg/day (2.4%) of lactation, with $SCC = 89 \times 10^3$ cells/mL, equivalent to 150 kg in 320 days of lactation. The decrease in MY was more pronounced in the first 30 days post-partum and at the end of lactation for all effects, being higher in primiparous cows compared to multiparous. Losses were always higher in multiparous cows during the rest of lactation. Among the breeds, JE cows showed higher loss ratio in MY. XX cows had the lowest losses. Based on the estimates of milk yield losses associated with somatic cell count in milk obtained in this study, we emphasize the need for greater attention to the overall management of cows in the pre-partum period and during the first 30 days of lactation, mainly in primiparous cows and at the end of lactation, regardless of parity or breed.

Keywords: stage of lactation, organic farm, mastitis, breed

1. INTRODUÇÃO

A mastite clínica e a alta contagem de células somáticas (CCS) associada com manejo deficiente da saúde do úbere causa substancial perda econômica e afeta o bem-estar do animal tanto em fazendas orgânicas quanto convencionais (WAGENAAR et al., 2011).

Pereira et al., (2013) conduziram uma pesquisa na região nordeste dos Estados Unidos via entrevista com questionário para 183 respondentes (15% de taxa de resposta) com membros da Northeast Organic Dairy Producers Alliance com o objetivo de avaliar quais as principais demandas educacionais e de pesquisas em fazendas leiteiras orgânicas na região; entre os maiores desafios estavam o estável e justo preço do leite (85% dos respondentes), determinação da ingestão de matéria para animais em pastejo (76%) e controle de moscas (89%); nas necessidades para pesquisas adicionais tiveram destaque tratamentos orgânicos para mastite (92% dos respondentes), cultivo de forrageiras para produção orgânica (84%) e desenvolvimento de produtos com valor agregado (84%). As preocupações demonstradas pelos fazendeiros refletem a importância da mastite dentro dos sistemas de produção, especialmente em fazendas com certificação orgânica nos Estados Unidos, nas quais é proibido o uso de medicamentos convencionais para o controle e tratamento da doença, sem a perda da certificação do animal tratado.

Para Hultgren e Svensson (2009), as estimativas de custos da doença diferem consideravelmente dependendo da origem dos dados, definição da doença e fontes de perdas consideradas. Além disso, as estimativas são susceptíveis à variação devido a diferenças nas condições regionais de produção de leite, rotinas de gestão, modelos de sistemas e métodos de estimação. Para Dürr et al. (2008), as perdas diárias de leite causadas pelas mudanças na contagem de células somáticas dependem da raça do animal, parição e estágio de lactação e ignorar estes fatores conduzem para significantes erros na estimativa de perdas associadas com a mastite.

Para inferir o impacto da mastite em rebanhos leiteiros é fundamental quantificar a relação entre CCS do leite e o seu rendimento, em que maiores níveis de CCS no leite pode ser indicativo de aumento na condição inflamatória da glândula mamária (HAND et al., 2012). Seegers et al. (2003) apontam que, do ponto de vista econômico, decisões erradas podem ser tomadas quando cálculos econômicos de estimativas de perdas de produção associados à mastite são irreais ou superestimados.

O objetivo deste estudo foi estimar as perdas de rendimento de leite em rebanhos leiteiros com certificação orgânica no nordeste do Estados Unidos, em função da contagem de

células somáticas no leite, considerando os efeitos de raça da vaca, parição (primípara ou múltipara) e estágio de lactação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Rebanhos

Quatorze rebanhos leiteiros com certificação orgânica, situados em cinco estados na região nordeste dos Estados Unidos (Maine = 03, New Hampshire = 03, New York = 02, Pennsylvania = 03 e Vermont = 03) participaram deste estudo.

Além de animais das raças Holandesa, Jersey e cruzados Holandês-Jersey foram identificados animais de outras raças, como Ayrshire (n=18), Brown Swiss (n=03), Guernsey (n=02), Milking Shorthorn (n=20), Normande (n=14), Red & White (n=02), Simmental (n=1) e Am Lineback (n=1) que, em virtude da sua baixa representatividade no banco de dados e nos rebanhos, tiveram suas informações eliminadas.

No manejo alimentar, a maioria das pastagens era composta por forrageiras de estação fria (cool-season grasses), correspondente a 67% das pastagens para pastejo, que incluíam orchard grass (*Dactylis glomerata* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), Timothy (*Phleum pratense* L.), Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.), tall fescue (*Festuca arundinacea* S.) e festulolium (*Festulolium* spp.). Os trevos perfaziam, aproximadamente, 26% das espécies para pastejo, incluindo red clover (*Trifolium pretense* L.) e white clover (*Trifolium repens* L.) (HAFLA et al., 2016).

1.2 Dados

Os dados foram obtidos de testes mensais provenientes do Dairy Herd Improvement Association (DHIA) entre maio/2012 a junho/2015. O banco de dados continha informações de identificação e raça da vaca, data do parto, dias em lactação (DEL), parição (primípara ou múltipara), rendimento de leite no teste (RL), concentração de proteína no leite (PROT), concentração de gordura no leite (GOR), escore linear de células somáticas (ECCS) e contagem de células somáticas (CCS). Cada vaca contribuiu entre 2 e 20 observações de testes mensais em uma ou mais lactações.

Após unificação dos dados de todas as fazendas, o banco de dados remeteu a um total de 17.563 observações. Para garantir confiabilidade e consistência para análise estatística, os

dados passaram por edição visando a atender aos seguintes critérios: RL (2 a 60 kg/dia), PROT (2,50 a 5,00%), GOR (2,00 a 8,00%), DEL (5 a 320 dias) e ECCS (0 a 9). Para duas fazendas foram obtidos os dados apenas em CCS. Assim, foi feita a conversão para ECCS, que é uma transformação logarítmica de base 2 da CCS, sendo $ECCS = \log_2 (CCS/100) + 3$, onde CCS é células somáticas por mililitros de leite, a conversão de ECCS para CCS é calculada como $CCS = 100 \times 2^{(ECCS - 3)}$ (SCHUKKEN et al., 1993).

Além de animais das raças Holandesa, Jersey e cruzados Holandês-Jersey foram identificados animais de outras raças, como Ayrshire (n=18), Brown Swiss (n=03), Guernsey (n=02), Milking Shorthorn (n=20), Normande (n=14), Red & White (n=02), Simmental (n=1) e Am Lineback (n=1) que, em virtude da sua baixa representatividade no banco de dados e nos rebanhos, tiveram suas informações eliminadas. Com a edição do banco de dados, o número de observações foi reduzido para 14.246, que corresponderam a informações de 1074 vacas (HO = 564, JE = 364 e XX = 146).

2.3 Análise Estatística

Foram considerados como efeitos fixos a raça (HO, JE, XX), parição (primípara e múltipara) e estágio de lactação, que foi dividido em onze estágios de lactação (l1: 1 a 30 dias; l2: 31 a 60 dias; l3: 61 a 90 dias; l10: 271 a 300 e l11: > 300 dias).

Como o objetivo de estimar perdas de RL associadas à CCS por estágio de lactação, foram analisados o RL (kg/dia) e o ECCS. Essas variáveis foram avaliadas em cada vaca no tempo (dias), considerando medidas repetidas, onde cada animal representou o indivíduo. Foi utilizado para análise o procedimento MIXED do SAS e o modelo matemático conforme Littell et al. (2006) e Freitas et al. (2011):

$$y_{ijkl} = \mu + r_i + p_j + (rp)_{ij} + \delta_k + t_l + (rt)_{il} + (pt)_{jl} + (rpt)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl}, \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, \dots; l = 1, 2, \dots, 11)$$

y_{ijklm} = valor observado do rendimento de leite da vaca da raça i, parto j, unidade aleatória k, estágio de lactação l.

μ = efeito médio global;

r_i, p_j, t_l = efeitos fixos de raça, parição e estágio de lactação

$(rp)_{ij}, (rt)_{il}, (pt)_{jl}, (rpt)_{ijl}$ = efeitos de interação

δ_k = efeitos aleatórios entre indivíduos ou efeitos aleatórios associados à vaca

ε_{ijkl} = efeitos aleatórios dentro de indivíduos, $\sim \text{IID } (0, \sigma^2)$

No MIXED é assumido que os dados têm distribuição normal e todos os efeitos do modelo entram linearmente. Na forma matricial, o modelo (1) pode ser descrito por $y = Xb + Zu + e$, em que X e Z são matrizes de especificação ou de desenho; o vetor b contém os efeitos fixos; o vetor u o efeito aleatório de entre indivíduos (δ_{ij}), que reflete a variação entre os tratamentos quando se fixa uma medida repetida e são assumidos como independentes; o vetor e contém o erros associados às avaliações dentro de indivíduos ($V(e) = R$). Admitindo-se que os vetores y , u e e têm distribuição normal, foram formuladas as seguintes esperanças (E), variâncias (Var) e covariâncias (Cov):

$$E(u) = 0; Var(u) = G; E(e) = 0; V(e) = R; Var(y) = V(Zu + e) = ZGZ' + R. \quad (2)$$

O rendimento de leite em função do tempo no presente estudo apresentou um padrão praticamente linear, que possibilitou adequadamente ser estudado em análises de medidas repetidas (MR) pelo PROC MIXED, pois este procedimento possui cerca de 40 tipos de estruturas de covariâncias que são apropriadas para modelar os erros no tempo em diferentes situações.

Uma vez que temos condições de modelar os erros entre as MR não é necessário assumir a hipótese de que os erros são independentes e identicamente distribuídos. Outra vantagem é que valores perdidos ou dados incompletos no indivíduo não são problema.

No presente estudo, a matriz R que se ajustou mais adequadamente aos dados pelo critério do teste de razão de verossimilhança restrito construído por $(-2\text{res log likelihood da matriz } R_i) - (-2\text{res log likelihood da matriz } R_j)$, o que equivale ao teste de Qui-quadrado (χ^2), com graus de liberdade igual à diferença do número de parâmetros entre duas matrizes R_i e R_j (BOZDOGAN, 1987; FREITAS et al., 2011), foi a simetria composta (SC), que possui variâncias constantes e covariâncias também constantes.

Essa estrutura especifica que todas as avaliações no tempo têm a mesma variância e todos os pares de medidas na mesma vaca têm a mesma correlação. A implicação é que somente a covariância entre medidas repetidas é devido à contribuição da vaca, independente da proximidade do tempo entre as medidas repetidas. Existem dois interesses básicos na análise de medidas repetidas: modelar a estrutura de covariância e analisar a tendência da variável resposta ao longo do tempo.

Uma vez escolhida a estrutura R , o uso de modelos mistos pelo MIXED é bastante versátil e abrangente, no qual podem-se realizar análises em situações de dados perdidos, dados desbalanceados, entre outras.

3. RESULTADOS

Nos rebanhos estudados, o número de vacas em lactação correspondeu a 14 ± 3 e 75 ± 11 vacas (média $\pm$ desvio padrão), respectivamente, para o menor e maior rebanho. Para todos os rebanhos foram 38 ± 18 vacas em lactação. Na frequência das observações analisadas ocorreu o predomínio genético de Holandesa (HO = 49%) e Jersey (JE = 37%) e, em menor frequência, cruzados Holandesa-Jersey (XX = 14%). Na Tabela 1 são apresentadas estatísticas descritivas (média $\pm$ desvio-padrão) para as variáveis RL e ECCS com edição por raça, parição e geral.

Tabela 1. Estatísticas descritivas, médias e desvios-padrão (DP), para as variáveis rendimento de leite (RL, kg/dia) e escore linear de células somáticas (ECCS), considerando raça, parição e geral.

Raça	Parição	RL (kg/d)	DP	ECCS	DP
HO		23,84	8,18	2,59	1,86
JE		17,67	5,56	2,50	1,73
XX		22,34	9,42	2,46	1,77
	Primípara	18,86	6,28	2,20	1,59
	Múltipara	22,39	8,48	2,68	1,87
	Geral	21,33	8,04	2,54	1,80

HO = Raça Holandesa; JE = Raça Jersey; XX = Cruzado Holandês-Jersey; RL = rendimento de leite; DP = Desvio padrão da média; ECCS = escore da contagem de células somáticas no leite

Na Figura 1 é apresentado um gráfico de dispersão que mostra a relação linear entre RL (kg/dia) e ECCS. A linha vermelha representa a relação linear: $RL \text{ (kg/dia)} = 22,7027 - 0,5168 \cdot ECCS$. Para cada unidade de acréscimo no ECCS ocorre redução de 0,5168 kg de leite. À medida que aumenta o ECCS observa-se leve decréscimo na linha vermelha que representa o RL.

Na tabela 2 são apresentadas as estimativas de limites obtidos pelo cálculo do intervalo de confiança (IC) com 95% de probabilidade. O limite inferior (LI) representa, para este banco

de dados, a média do valor do ECCS em que, a partir dele, iniciam-se as perdas significativas de RL. Interpretando a metodologia do IC, as estimativas de perdas de RL associadas a ECCS maiores do que o limite superior (LS) podem não ocorrer nos rebanhos estudados, pois temos uma confiança de 95% de probabilidade de que as estimativas de perdas de RL ocorram dentro dos dois limites.

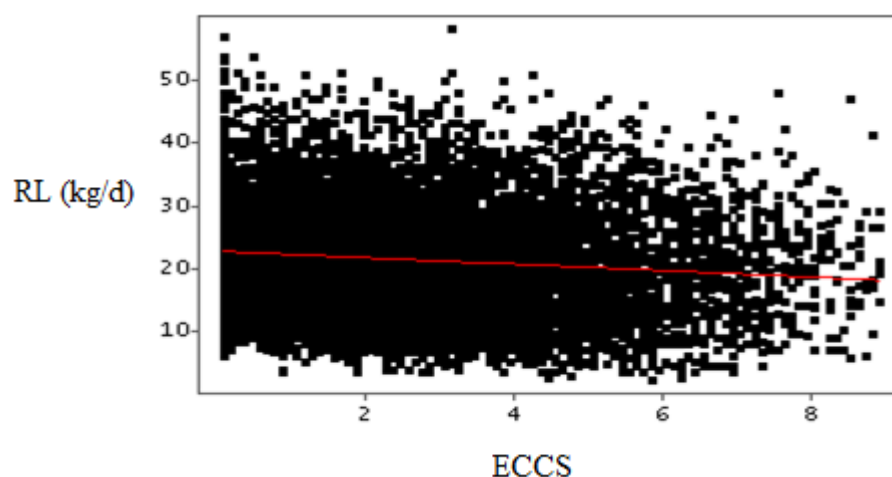


Figura 1: Gráfico de dispersão (*Scatter plot*) mostrando a relação linear entre rendimento do leite (Kg/dia) e escore linear de célula somática (ECCS) → $RL \text{ (kg/dia)} = 22,7027 - 0,5168 * ECCS$.

Tabela 2. Estimativas de intervalo de confiança (IC) com 95% de probabilidade do escore linear de células somáticas (ECCS) em que limite inferior (LI) limite superior (LS), em que o LI representa a média do valor da CCS em que inicia as perdas significativas na produção de leite e o LS representa as perdas máximas para estes dados.

Lactação, dias	Geral		HO		JE		XX		Primípara		Múltipara	
	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS	LI	LS
1 a 320	1,92	2,84	2,45	2,54	2,34	2,44	2,30	2,46	2,12	2,24	2,59	2,70
1 a 30	2,77	3,04	2,78	3,10	2,91	3,26	2,45	2,97	2,59	2,96	2,89	3,17
31 a 60	2,09	2,35	2,10	2,42	2,21	2,54	1,79	2,27	1,80	2,15	2,33	2,61
61 a 90	2,16	2,42	2,34	2,65	2,24	2,57	1,73	2,21	2,01	2,35	2,27	2,55
91 a 120	2,15	2,41	2,23	2,54	2,25	2,59	1,80	2,29	1,91	2,26	2,33	2,61
121 a 150	2,25	2,51	2,40	2,71	2,34	2,68	1,82	2,32	2,08	2,43	2,36	2,64
151 a 180	2,30	2,57	2,39	2,70	2,43	2,78	1,93	2,42	2,11	2,46	2,43	2,71
181 a 210	2,35	2,62	2,50	2,80	2,42	2,76	1,99	2,50	2,14	2,49	2,50	2,79
211 a 240	2,38	2,64	2,44	2,75	2,53	2,89	1,98	2,49	2,10	2,46	2,60	2,89
241 a 270	2,44	2,72	2,60	2,91	2,55	2,94	2,00	2,52	2,13	2,50	2,69	3,00
271 a 300	2,55	2,85	2,70	3,03	2,51	2,97	2,19	2,76	2,25	2,66	2,82	3,15
> 300	2,55	2,94	2,56	3,01	2,60	3,22	2,12	2,98	2,23	2,81	2,75	3,18

Por exemplo, considerando o LI (1,92) e LS (2,84) para a lactações completas (1 a 320 dias), desconsiderando raças e partições (geral), estimamos que a perda média de RL estaria, estatisticamente, entre 0,99 e 1,47 kg/dia ($0,5168 \times 1,92 = 0,99$ e $0,5168 \times 2,84 = 1,47$), caso as perdas fossem contabilizadas desde o ECCS = 0, perdas estas consideradas elevadas para o intervalo dos limites correspondentes à contagem de células somáticas (CCS), que equivaleriam, aproximadamente, a CCS entre 47 e 89 x 10³ cels/mL.

Entretanto, em virtude de aspectos fisiológicos e de respostas imunológicas naturais do animal, em estudos prévios, alguns autores como Hortet et al. (1999), Seegers et al. (2003), Leitner et al. (2003) e Boland et al. (2013) assumiram que um úbere saudável apresentaria CCS < 50 x 10³ cels/mL, que corresponde ao escore linear 2, bem próximo ao limite inferior geral (Li = 1,92) que obtivemos em nosso intervalo de confiança (Tabela 2). Assim, nos cálculos de perdas de leite associados à CCS deste estudo, assumimos o Li = 1,92 (CCS ~ 47 x 10³ cels/mL) para estimar as perdas para os efeitos de raça, partição e estágio de lactação, conservando o limite superior calculado para cada efeito (Tabela 2). A partir deste ECCS (1,92), cada unidade média de ECCS acrescida, corresponderá a redução de 0,5168 kg de leite/dia.

Na Tabela 3 são apresentadas as estimativas de perdas de RL (kg/dia) e (%), em que temos o RL como variável dependente em função do ECCS, calculadas por quadrados mínimos para os efeitos de raça (HO, JE e XX), estágio de lactação (onze níveis) e partição (primíparas e múltiparas), considerando a diferença entre o LS de cada efeito e limite inferior geral (1,92). Com o cálculo das perdas em % foi possível realizar a comparação entre os diferentes efeitos estabelecidos na análise, tendo como justificativa a relatividade produtiva dentro de cada efeito.

As perdas de RL na lactação completa (dados gerais) foram estimadas em 0,47 kg/dia (2,40%), que representariam até 150 kg a menos por lactação. Entre as raças, as estimativas foram crescentes na ordem XX = 0,27 kg/dia (1,09%) HO = 0,32 kg/dia (2,04%) e JE = 0,26 kg/dia (2,83%). Nas partições, primíparas resultaram em perdas de 0,16 kg/dia (1,27%) e múltiparas 0,40 kg/dia (2,59%).

Avaliamos as estimativas das perdas de RL ao longo da lactação pela categorização dos dias em lactação. De maneira geral, nos primeiros 30 dias pós-parto, as perdas foram mais elevadas; após esta fase houve redução e uma estabilização com leve acréscimo de perdas até, aproximadamente, os 240 dias pós-parto. Desta fase em diante, as perdas se intensificaram, quando alcançaram os seus maiores índices (%), com destaque nas múltiparas (Tabela 3). Na comparação entre primíparas e múltiparas, durante toda a lactação as perdas foram mais intensas nas múltiparas, com exceção para os primeiros trinta dias pós-parto.

Tabela 3. Estimativas de perdas da produção de leite em kg e % (em parênteses), em função dos 11 estágios de lactação, raças HO, JE, XX e parição primíparas, múltiparas, que considera o limite superior (LS) e o limite inferior (LI) geral (LI = 1,92).

Lactação, dias	Geral	HO	JE	XX	Primípara	Múltipara
1 a 320	0,47* (2,40)	0,32* (2,04)	0,26* (2,83)	0,27* (1,09)	0,16* (1,27)	0,40* (2,59)
1 a 30	0,57* (2,33)	0,60* (2,62)	0,69* (3,24)	0,54* (2,10)	0,53* (2,53)	0,64* (2,31)
31 a 60	0,22* (0,86)	0,25* (0,90)	0,32 (1,48)	0,18* (0,66)	0,11 (0,54)	0,35* (1,23)
61 a 90	0,25* (1,08)	0,37* (1,40)	0,33 (1,67)	0,14* (0,60)	0,22* (1,03)	0,32* (1,22)
91 a 120	0,25* (1,09)	0,32 (1,21)	0,34 (1,84)	0,19* (0,78)	0,17* (0,87)	0,35* (1,38)
121 a 150	0,30* (1,39)	0,40* (1,65)	0,39 (2,25)	0,20* (0,88)	0,26* (1,36)	0,37* (1,53)
151 a 180	0,33* (1,60)	0,40* (1,65)	0,44 (2,63)	0,25* (1,20)	0,27* (1,56)	0,40* (1,87)
181 a 210	0,36* (1,77)	0,45* (1,94)	0,43 (2,65)	0,29* (1,39)	0,29* (1,67)	0,44* (1,90)
211 a 240	0,37* (1,91)	0,42* (1,90)	0,50 (3,16)	0,29* (1,49)	0,27* (1,57)	0,50* (2,18)
241 a 270	0,41* (2,20)	0,51* (2,41)	0,52* (3,41)	0,31* (1,59)	0,29* (1,75)	0,55* (3,28)
271 a 300	0,48* (2,68)	0,57* (2,84)	0,54 (3,60)	0,43* (2,34)	0,38* (2,08)	0,63* (3,20)
> 300	0,52* (3,01)	0,56* (2,94)	0,67* (4,48)	0,54* (3,00)	0,45* (2,81)	0,65* (3,68)

“*” – estatisticamente diferente de zero ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

A investigação da saúde do úbere com base na CCS é objeto de intenso e divergente debate na literatura. Estudos com foco nas estimativas de perdas de produção de leite, tendo como referencial a CCS são vastamente encontrados na literatura (TYLER et al., 1989; HORTET; SEEGER, 1998; HAGNESTAM et al., 2007; HAGNESTAM-NIELSEN et al. 2009). Dentre os aspectos mais debatidos entre os autores estão a definição da condição de saúde do úbere e os critérios de quais variáveis devem participar no modelo que, consequentemente, tem influência nos resultados obtidos e nas suas interpretações. Dentre alguns critérios, Hagnestam et al. (2007) destacam o manejo, raça, rendimento de leite e métodos analíticos.

No estudo de Hillerton (1999), um úbere seria considerado saudável se a CCS fosse $<100 \times 10^3$ cels/mL. Djabri et al. (2002) definiram por meta-análise que quartos mamários

bacteriologicamente negativos apresentaram CCS média de 68×10^3 cels/mL. Hortet et al. (1999), Seegers et al. (2003), Leitner et al. (2003) e Boland et al. (2013) definiram um úbere saudável quando $CCS < 50 \times 10^3$ cels/mL. Halasa et al. (2009) assumiram a existência um novo caso de mastite subclínica em determinado teste diário se este apresentasse $CCS > 100 \times 10^3$ cels/mL e que tivesse sido antecedido por um teste diário sempre $< 50 \times 10^3$ cels/mL.

O limite de escore linear geral, calculado em nosso modelo de regressão linear ($1,92 \sim 47 \times 10^3$ cel/mL) e o coeficiente de regressão (0,5168), representa a redução de 0,5168 kg para cada unidade de ECCS acrescida a partir do $ECCS = 1,92$. Este resultado parece consistente com as recentes definições de um úbere saudável já discutidas neste artigo e como revisado por Seegers et al. (2003), de perdas de 0,5 kg para cada dobro da CCS com início em 50×10^3 cels/mL, que representa a perda de 0,5 kg de leite para o aumento de cada unidade de ECCS, partindo do $ECCS = 2$.

Os manejos diferenciados entre fazendas com certificação orgânica e convencionais podem ter efeito na predisposição e diferente resposta imunológica da vaca para as diversas doenças, principalmente, as infecciosas, como a mastite. Não noticiamos recentes estudos de predição de perdas de RL associada à CCS em fazendas leiteiras orgânicas nos Estados Unidos (após 2010), o que limita a nossa discussão a estudos anteriores, pois, conforme destacado por Ruegg et al. (2009), a certificação orgânica impõe restrições que resultam em reduzidas opções para programas de controle de mastite e de secagem, em que os fazendeiros orgânicos tratam a mastite clínica com o uso de variadas terapias alternativas, tais como produtos à base de soro, botânicos, suplementos vitamínicos e homeopatia. O uso de hormônios, com exceção ocitocina, e antibióticos são proibidos na produção de gado orgânico (SORGE et al., 2016).

As maiores perdas observadas nos primeiros trinta dias pós-parto podem ter associação à natural elevação da CCS, especialmente na primeira semana, independente da vaca estar infectada, como definido por (DOHOO; MEEK, 1982). Como observado em nossos resultados, as primíparas tiveram maiores estimativas de perdas nos primeiros trinta dias pós-parto. Como também Hagnestam et al. (2007) encontraram que vacas primíparas desenvolveram casos de mastite clínica mais cedo do que em vacas múltíparas, tempo médio de onze dias e cinquenta e cinco dias pós-parto, respectivamente. Acreditamos que o processo de alterações nas diversas funções no organismo de vacas primíparas durante o pré e pós-parto são mais evidentes do que em múltíparas, e que afetam mais vigorosamente a fisiologia da glândula mamária.

Como observado em nossos resultados, as maiores perdas de RL relacionado ao aumento de CCS ocorrem ao final da lactação. Resultados similares foram reportados anteriormente (HANGSTAM-NIELSEN et al. 2009; HORTET et al., 1999;

BENNEDSGAARD et al., 2003), bem como dado o aumento da CCS a perda de leite diária foram quase o dobro em multíparas comparado às primíparas (HANGSTAM-NIELSEN et al., 2009). Hortet et al. (1999) descrevem que as mais altas perdas de RL ao final da lactação ligadas ao aumento da CCS é provocada pela maior vulnerabilidade da saúde do úbere, como resultado da exposição aos patógenos, a prevalência de infecção e os danos permanentes na glândula mamária proveniente de infecções anteriores durante a lactação.

Vacas JE apresentaram as mais altas estimativas de perda (%) ao longo da lactação, apesar de não terem sido significativas ($P > 0,05$) para todos os intervalos de lactação comparado para HO e XX. Washburn et al. (2002) avaliaram a performance reprodutiva e de saúde de vacas HO e JE e identificaram que vacas JE tiveram menor incidência de mastite, mas semelhante CCS comparado para HO. Prendiville et al. (2010) reportaram RL maior para HO comparado com JE ($P < 0,001$), embora o ECCS tenha sido similar nas duas raças.

As vacas XX foram menos afetadas pela redução no RL em função da CCS. Acreditamos que este seja o motivo prático pelo qual os fazendeiros estão aumentando o interesse em diversificar a genética nos rebanhos com certificação orgânica pela inclusão do cruzamento que, segundo Buckley et al. (2014), é uma preocupação pelos produtores de leite sobre o declínio de fertilidade, saúde e sobrevivência com vacas HO.

5. CONCLUSÃO

Com base nas estimativas de perdas de rendimento de leite associados à contagem de células somáticas do leite obtidas neste estudo, destacamos a necessidade de maior atenção ao manejo geral das vacas no período pré-parto e durante os 30 primeiros de lactação, principalmente, em vacas primíparas e, ao final da lactação, independente da parição e raça.

REFERÊNCIAS

- BENNEDSGAARD, T. W. et al. Effect of mastitis treatment and somatic cell counts on milk yield in Danish organic dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 86: 3174 -3183, 2003.
- BOLAND, F.; O'GRADY, L.; MORE S. J. Investigating a dilution effect between somatic cell count and milk yield and estimating milk production losses in Irish dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 96: 1477-1484, 2013.
- BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): the general theory and its analytical extensions. **Psychometrika**, 52:3, 345-370, 1987
- BUCKLEY, F.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; HEINS, B. J. Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival. **Animal**, 8:122-133, 2014.
- DJABRI, B. et al. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: A meta-analysis. **Veterinary Research**, 33: 335-357, 2002.
- DOHOO, I. R.; MEEK, A. H. 1982. Somatic cell counts in bovine milk. **Canadian Veterinary Journal**, 23:119-125, 1982.
- DÜRR, J. W. Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle. **Livestock Science**, 117: 225 – 232, 2008.
- FREITAS, A. R; FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A. Análises de dados de medidas repetidas por meio do modelo linear geral e do modelo misto. **Revista de Ciências Agrárias**, 54:214-224, 2011.
- HAGNESTAM, C.; EMANUELSON, U.; BERGLUND, B. Yield losses associated with clinical mastitis occurring in different weeks of lactation. **Journal of Dairy Science**, 90: 2260- 2270, 2007.
- HAGNESTAM-NIELSEN, C. Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation. **Journal of Dairy Science**, 92: 3124- 3133, 2009.
- HALASA, T. et al. Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle. Part 1. Protection against new intramammary infections. **Journal of Dairy Science**, 92: 3134-3149, 2009.
- HAND, K. J.; GODKIN, A.; KELTON, D. F. Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. **Journal of Dairy Science**, 95: 1358-1362, 2012.
- HILLERTON, J. E. 1999. Redefining mastitis based on somatic cell count. **IDF Bull.** 345: 4–6., 1999.
- HORTET, P. Reduction in milk yield associated with somatic cell counts up to 600 000 cells /ml in French Holstein cows without clinical mastitis. **Livestock Production Animal**, 61: 33 – 42, 1999.

HORTET, P.; SEEGER, H. Calculated milk production losses associated with elevated somatic cell counts in dairy cows: review and critical discussion. **Research Veterinary**, 29 (6): 497-510, 1998.

HULTGREN, J.; SVENSSON, C. Lifetime risk and cost of clinical mastitis in dairy cows in relation to heifer rearing conditions in southwest Sweden. **Journal of Dairy Science**, 92: 3274-3280, 2009.

LEITNER, G. et al. Immune cell differentiation in mammary gland tissues and milk of cows chronically infected with *Staphylococcus aureus*. **Journal of Veterinary Medicine**, 50: 45-52, 2003.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, 76: 1216-1231, 1998.

PEREIRA, A. B. D. et al. Assessing the research and education needs of the organic dairy industry in the northeastern United States. **Journal of Dairy Science**, 96: 7340 -7348, 2013.

PRENDIVILLE, R.; PIERCE, K. M.; BUCKLEY, F. A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions. **Journal of Dairy Science**, 93: 2741- 2750, 2010.

RUEGG, P. L. et al. Management of mastitis on organic and conventional dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 87: 43-55, 2009.

SCHUKKEN, Y. H. et al. *Review article*: monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. **Veterinary Research**, 34: 579-596, 1993.

SEEGER, H.; FOURICHON, C.; BEAUDEAU, F. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. **Veterinary Research**, 34: 475 – 491, 2003.

SORGE, U. S. Management practices on organic and conventional dairy herds in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, 99: 1-10, 2016.

TYLER, J. W.; THURMOND, M. C.; LASSLO, L. Relationship between test-day measures of somatic cell count and milk production in California dairy cows. **Canadian Journal of Veterinary Research**, 53(2):182-7, 1989.

WAGENAAR, J-P. et al. Effect of production system, alternative treatments and calf rearing system on udder health in organic dairy cows. **Wageningen Journal of Life Sciences**, 58: 157-162, 2011.

WASHBURN, S. P. et al. Reproduction, mastitis and body condition of seasonally calved Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. **Journal of Dairy Science**, 85: 105- 111, 2002.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O perfil genético dos rebanhos, estações do ano, estação de pastejo, ordem de parto e estágio de lactação tiveram efeitos sobre a produção e constituintes do leite e na saúde da glândula mamária.

Considerando os critérios de análises aplicados, os resultados obtidos neste estudo demonstraram haver a necessidade de ajustamento no manejo das fazendas leiteiras com certificação orgânica na região, para que possam contribuir para o aumento da eficiência produtiva das fazendas.

Boa parte destes ajustes mantém estreita relação com as variações ambientais ao longo do ano, representados pelas estações do ano e estação de pastejo em cada fazenda. Sendo estas as situações que demandam mudanças na rotina de manejo dos animais.

O resultado obtido nos leva à recomendação da adoção de rebanhos com perfil racial misto, entre animais puros e mestiços, dessa forma, conduzindo ao equilíbrio produtivo ao longo do ano, embora, respeitando às exigências de mercado locais e especificidade de produtos demandados pelo mercado de produtos orgânicos.