



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

DAIANE DAISE DE SOUSA FREIRE

**ESTUDO DE CURVAS DE LACTAÇÃO EM BOVINOS MESTIÇOS LEITEIROS NA
REGIÃO DO BREJO PARAIBANO**

**AREIA
2020**

DAIANE DAISE DE SOUSA FREIRE

**ESTUDO DE CURVAS DE LACTAÇÃO EM BOVINOS MESTIÇOS LEITEIROS NA
REGIÃO DO BREJO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eli Buzanskas.

Coorientador: Prof. Dr. Lázaro de Souto
Araújo.

**AREIA
2020**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F866e Freire, Daiane Daise de Sousa.

Estudo de curvas de lactação em bovinos mestiços
leiteiros na região do brejo paraibano / Daiane Daise
de Sousa Freire. - Areia, 2020.

34 f.

Orientação: Marcos Eli Buzanskas.

Coorientação: Lázaro de Souto Araújo.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Melhoramento Genético. 2. Modelos Matemáticos. 3.
Produção de Leite. I. Buzanskas, Marcos Eli. II.
Araújo, Lázaro de Souto. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

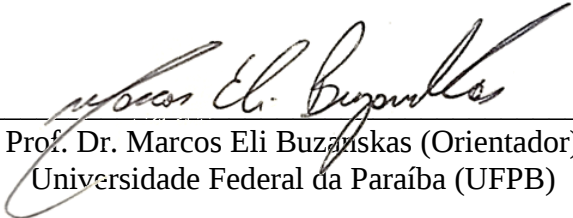
DAIANE DAISE DE SOUSA FREIRE

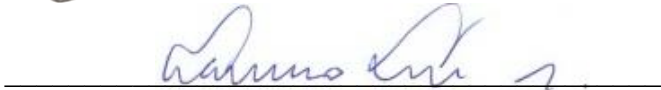
**ESTUDO DE CURVAS DE LACTAÇÃO EM BOVINOS MESTIÇOS LEITEIROS NA
REGIÃO DO BREJO PARAIBANO**

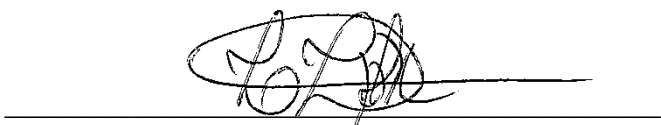
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal da Paraíba, como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Zootecnia.

Aprovada em: 24/04/2020.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Marcos Eli Buzanskas (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)


Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)


Prof. Dra. Luciana Diniz Rola
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Luciana Diniz Rola
Médica Veterinária
CRMV-PB 02006

A meus pais e irmãos, pelo incentivo, dedicação,
amizade e amor incondicionais, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me amparado e dado forças para seguir a cada dia de cabeça erguida, mesmo em meio ao caos e provações da vida.

Ao Setor de Bovinocultura de Leite da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), por disponibilizar os dados utilizados neste trabalho e pelos anos de aprendizado. Ao grupo de estudos GEABOV, pelo incentivo e ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Marcos Eli Buzanskas, pela disponibilidade e paciência durante a elaboração do trabalho. Sua ajuda e orientação foram fundamentais para finalização de tudo!

Aos membros da banca avaliadora, Profa. Luciana Diniz e Prof. Severino Gonzaga, pelas sugestões e contribuições.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFPB, em especial, Lara Toledo, Severino Gonzaga e Lázaro Souto que contribuíram e apoiaram com seus ensinamentos dentro da sala de aula e fora dela.

Aos funcionários da UFPB, em especial os que fazem parte do Setor Bovinocultura de Leite, Sr. Leandro (Leo), Evaldo e Carlos Augusto (Guga), pelos ensinamentos, ajuda e incentivo nessa minha jornada.

Ao meu pai Francisco Carlos e minha mãe Ana Maria, por compreenderem a minha ausência, os meses longe de casa e mesmo assim me apoiaram de forma incondicional. Obrigada por não me permitirem desistir!

Aos meus irmãos Luiz (Lula) e Carlos (Kinho), por segurarem as coisas durante minha ausência e por me apoiarem quando decidi cursar uma universidade em outro estado.

As minhas avós Luiza (*in memoriam*) e Lúcia (*in memoriam*) pelos ensinamentos e conselhos que ajudaram a moldar a mulher que hoje sou.

A minha família, em especial minha prima Cynthia por estar sempre ao meu lado, mesmo distante. Ao meu tio Antônio (*in memoriam*) pelo carinho, apoio e incentivo.

As amigas feitas durante todo o curso, em especial ao Francisco (Chicória), Luzia Rafaela (Rafa) e Andriele, pelo apoio, diversão e conselhos durante todos esses anos de CCA.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a concretização desse trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

O Brasil está entre os maiores produtores de leite do mundo e investe cada vez mais em tecnologias para o aumento da produção de forma a atender à crescente demanda do mercado. Cerca de 70% da produção nacional é oriunda de raças mestiças que usam como base as raças Holandês e Gir, possibilitando a produção de leite em diferentes latitudes. Uma das tecnologias que estão sendo utilizadas para potencializar a produção é o melhoramento genético, ferramenta que auxilia a identificação dos melhores animais e orienta quais acasalamentos proporcionarão progênie de melhor qualidade. O objetivo deste trabalho foi analisar os parâmetros produtivos de vacas em lactação pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, para direcionamento do manejo geral do rebanho. Foram utilizados 351 registros referentes a lactações completas coletados de 2007 a 2017 de 139 vacas de sete composições genéticas (Jersolando 1/2 Jersey – 1/2 Holandês), Jersey puro por cruza, 1/2 Holandês – 1/2 Gir, 1/4 Holandês – 3/4 Gir, 3/4 Holandês – 1/4 Gir, 5/8 Holandês – 3/8 Gir e 7/8 Holandês – 1/8 Gir), mantidas à pasto, com suplementação concentrada fornecida duas vezes ao dia no momento da ordenha. Foram testados os efeitos de composição genética e estação de parto (seco e chuvoso) e apenas o efeito de composição genética foi significativo ($p < 0,05$) para as características produção de leite no pico de lactação, dias em lactação e dias em lactação pós pico. Foram testados para todas as composições genéticas, quatro modelos matemáticos para curvas de lactação, sendo estes os modelos Ali Schaeffer, Gamma Incompleta, Quadrática Logarítmica e Exponencial Parabólica. O melhor modelo, de acordo com critérios de decisão (Akaike, Bayesiano, Coeficiente de determinação e significância de parâmetros das curvas) foi o modelo Quadrático Logarítmico. Verificou-se a existência de influência das diferentes composições genéticas em relação às variáveis produção de leite no pico da lactação, dias em lactação e dias em lactação pós-pico. Isto possibilita a identificação de indivíduos geneticamente superiores dentre aqueles pertencente às mesmas composições genéticas e também permite a definição de quais destas composições são as mais produtivas. Seria possível também indicar quais composições genéticas são as mais adequadas para a região em estudo, como foi o caso de animais com maior contribuição da raça Holandesa na composição racial. O modelo Quadrático Logarítmico foi o mais adequado para ajustar as curvas de lactação para todas as composições genéticas avaliadas, sendo possível inferir, com maior precisão, a produção/período de pico de lactação e a magnitude do declínio da lactação até o período de secagem.

Palavras-Chave: Melhoramento genético. Modelos matemáticos. Produção de leite.

ABSTRACT

Brazil is among the largest milk producers in the world and increasingly invests in technologies to enhance production to attain the growing market demand. About 70% of the national production comes from mixed breeds that use Holstein and Gir breeds, enabling milk production in different latitudes. Animal breeding is one of the technologies that are being used to enhance production, being a tool that aids to identify the best animals and guides which mating schemes will provide better quality progenies. The objective of this work was to analyze the productive parameters of lactating cows that are from Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, to guide the general management of the herd. A total of 351 records were used, which were collected between 2007 to 2017 from 139 cows of seven genetic (Jersolando 1/2 Jersey – 1/2 Holstein), Jersey puro por cruza, 1/2 Holstein – 1/2 Gir, 1/4 Holstein – 3/4 Gir, 3/4 Holstein – 1/4 Gir, 5/8 Holstein – 3/8 Gir, and 7/8 Holstein – 1/8 Gir). Animals were kept in pasture, with concentrated supplement provided twice a day at the time of milking. The effects of genetic composition and calving season (dry and rainy) were tested and only the effect of genetic composition was significant ($p < 0.05$) for milk production at peak of lactation, days in lactation and days in lactation post-peak. Four mathematical models for lactation curves were tested for all genetic compositions, these being the Ali Schaeffer, Incomplete Gamma, Logarithmic Quadratic and Parabolic Exponential models. The best model, according to decision criteria (Akaike, Bayesian, Coefficient of determination, and significance of curve parameters) was the Logarithmic Quadratic model. It was verified the influence of different genetic compositions concerning the variables of milk production at peak of lactation, days in lactation and days in lactation post-peak. This allows the identification of genetically superior individuals among those belonging to the same genetic compositions and allows the definition of which of these compositions are the most productive. It would also be possible to indicate which genetic compositions are the most suitable for the region under study, as was the case with animals with the greatest contribution of the Holstein breed to the genetic composition. The Quadratic Logarithmic model was the most suitable for adjusting the lactation curves for all evaluated genetic compositions, making it possible to infer, with greater precision, the production/peak of lactation peak and the magnitude of the lactation decline until the drying period.

Keywords: Animal breeding. Mathematical models. Milk production.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 BOVINOCULTURA DE LEITE.....	10
2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DE GADO LEITEIRO.....	11
2.3 PERSISTÊNCIA E CURVAS DE LACTAÇÃO.....	11
3 METODOLOGIA.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os cinco maiores produtores mundiais de leite, com crescimento anual médio de 4% (VILELA *et al.*, 2017) e tem se caracterizado por maiores exigências em relação aos produtos, como leite sem lactose, leite enriquecido, leite orgânico e o leite A2A2. (NARDY *et al.*, 2019). Para maior adequação, normativas entraram em vigor em junho de 2019 e dispõem sobre a regulamentação da produção; capacitação de recursos humanos; transporte, armazenamento, processamento do leite; entre outros (ANUÁRIO DO LEITE, 2019).

A pecuária leiteira no Brasil conta com raças altamente especializadas e exigentes quanto aos aspectos nutricionais e de bem-estar. A raça Girolando, desenvolvida na década de 40 por meio de cruzamentos, tem sido amplamente utilizada no país e tem como objetivo reunir a alta capacidade produtiva da raça Holandesa (oriunda da Europa, *Bos taurus taurus*) e a rusticidade da raça Gir (oriunda da Índia, *Bos taurus indicus*), sendo adaptada aos diferentes sistemas de produção em regiões de clima tropical.

A utilização de cruzamentos que resultam em progênie de diferentes composições genéticas, possibilitou a produção de leite em diferentes latitudes, sendo um dos métodos de melhoramento genético aplicados na pecuária. Devido à importância dos cruzamentos, instituições de pesquisa e extensão passaram a estudar e a explorar essa técnica para o aprimoramento dos produtos e, no ano de 1978, foi criado o Programa de Cruzamento Dirigido (PROCRUZA), que teve como objetivo a seleção de gado leiteiro e de corte com diferentes composições genéticas. O PROCRUZA foi encerrado em 1988, sendo criada no ano seguinte a Associação Nacional de Criadores da Raça Girolando, havendo oficialização da raça apenas em 1996. Segundo a Associação Brasileira dos Criadores Girolando, a raça Girolando tem se expandido pelo território nacional e é responsável por cerca de 80% da produção de leite no Brasil (ABCG, 2019).

Dentre as ferramentas utilizadas para maximizar a produtividade, o melhoramento genético possibilita ao produtor acesso a animais com genética superior, resultando na melhoria e aperfeiçoamento do seu rebanho (CAMPIDELLI; JOSAHKIAN, 2011). Dentro de um programa de melhoramento genético, diversas características são avaliadas, dando-se atenção especial para aquelas de interesse econômico, tais como a produção de leite, teor de gordura e proteína, os fatores ambientais que interferem nessas características, assim como informações de parentesco entre os animais. Com base nestas informações e com a aplicação de metodologia de avaliação genética adequada, é possível identificar os melhores animais e

disponibilizar ao produtor informações que orientem quais acasalamentos proporcionarão progênes de melhor qualidade.

A utilização do controle leiteiro auxilia a identificação do potencial produtivo de cada indivíduo e possibilita a tomada de decisões que resultem em maior eficiência econômica dentro da propriedade, tais como a adequação do manejo alimentar, o controle da mastite e possíveis descartes (CARDOSO *et al.*, 2005). Sendo realizado a cada 30 dias e podendo variar dependendo do manejo em cada propriedade, o controle leiteiro é a prova zootécnica que consiste na pesagem e registro da produção individual de cada vaca no período de 24 horas. Segundo Jacopini *et al.* (2012), o conjunto de registros recolhidos nos controles leiteiros do início ao final da lactação de uma vaca, ou seja, o comportamento produtivo do animal ao longo da lactação, caracteriza sua curva de lactação, que possibilita estimar a produção leiteira e escolha dos animais mais produtivos.

A persistência e pico de lactação são componentes da curva de lactação e podem ser estimados por meio de modelos matemáticos (EL FARO; ALBUQUERQUE; FRIES, 1999), permitindo avaliação mais precisa da produção de cada animal e possibilitando a escolha de animais mais persistentes e com declínio mais suave na produção desde a fase de pico até o momento da secagem. A avaliação genética e a seleção de persistência de lactação para as raças Gir, zebuínas ou mestiças tem grande importância quando é levado em consideração que, caracteristicamente, estas apresentam pico de lactação muito próximo à data do parto e uma baixa persistência, resultando em vacas que ficam em lactação por períodos menores que o desejado pelo produtor (TORQUATO; EL FARO; MASCIOLI, 2017).

Com isso, objetivou-se analisar os parâmetros produtivos de vacas em lactação pertencentes ao Setor de Bovinocultura de Leite, da Universidade Federal da Paraíba, para estudo das curvas de lactação em animais de diferentes composições genéticas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BOVINOCULTURA DE LEITE

A bovinocultura de leite assume destaque entre os setores do agronegócio com um importante papel, tanto na área da economia quanto no âmbito social. A busca pelo aperfeiçoamento da cadeia produtiva do leite possibilita ao produtor realizar melhorias na adequação tecnológica e aumento na eficiência produtiva, atuando como diferenciais para garantir o crescimento da produção, produtividade e competitividade do setor (VILELA; RESENDE, 2014).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a produção de leite no Brasil chegou aos 33,8 bilhões de litros, com redução no número de vacas ordenhadas e aumento de 65% na produtividade. Em 2006, a média era de 1.618 litros por vaca, passando para 2.621 litros por vaca no senso agropecuário de 2017, e mantendo essa média de produtividade em 2018. Isto confirma o grande potencial de crescimento dessa atividade, mesmo sem a existência de um sistema de produção padronizado no país.

A atividade leiteira ocorre em todo o território nacional brasileiro, sendo as regiões Sul e Sudeste as com maior índice de produção. De acordo com dados preliminares da pesquisa trimestral do leite, realizado pelo Instituto brasileiro de Geografia e Estatística em 2019 (IBGE, 2020), o Nordeste é responsável por cerca de 6% de todo o volume de leite produzido. Desse percentual, o Estado da Bahia ocupa a primeira colocação, sendo responsável por cerca de 28% da produção, seguida pelo Estado do Ceará (21%) e pelo Estado de Pernambuco (17%). Já o Estado da Paraíba ocupa a sétima colocação, sendo responsável por cerca de 4% da produção total. A maior parte do rebanho leiteiro é criada a pasto, sendo este considerado o sistema mais econômico, já que a pastagem é considerada uma fonte de nutrientes, impactando diretamente nos custos de produção (SILVA *et al.*, 2008).

A cadeia produtiva do leite é uma das mais tradicionais e até a década de 90 possuía limitações tecnológicas, como acesso a equipamentos melhores por exemplo. Tais limitações não tornavam a atividade competitiva, ou seja, o produtor não tinha estímulo suficiente para investir no aumento da sua produção. Com a nova estruturação e regulamentação da atividade, o setor leiteiro está evoluindo sob o ponto de vista tecnológico, otimizando os sistemas de produção de leite em regiões consideradas problemáticas devido a fatores climáticos. Assim, apesar de não haver um sistema de manejo homogêneo, há o interesse crescente em relação a qualidade do leite, dietas balanceadas, manejo racional das pastagens, bem-estar animal, melhoramento genético, entre outros fatores que auxiliam na condução do sistema produtivo.

2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DE GADO LEITEIRO

A produção animal é o resultado da combinação dos efeitos genéticos e ambientais na expressão dos fenótipos, sendo seu resultado dependente de quão adequado é o manejo aplicado, assim como do potencial genético dos animais para características de interesse econômico. A eficiência produtiva e o desempenho da cadeia produtiva da bovinocultura leiteira no Brasil ainda são modestos. Além disso, o país possui uma gama de ambientes onde se adotam diferentes sistemas de produção. Logo, uma das ferramentas para se alcançar maior potencial produtivo é o melhoramento genético das raças (LEÃO *et al.*, 2013). A seleção e o cruzamento são métodos de melhoramento genético que visam alterar a composição genética dos rebanhos, afim de atender às crescentes exigências do mercado consumidor em quantidade e qualidade dos produtos oriundos da pecuária (ALENCAR, 2004; CAMPIDELLI; JOSAHKIAN, 2011).

Inicialmente, o melhoramento genético de bovinos no Brasil utilizava características qualitativas relacionadas à caracterização racial como principal objetivo de seleção e, por volta do século XX, características produtivas ganharam maior importância, sendo sua avaliação sistematizada por meio de testes de progênie. A estimação de covariâncias e herdabilidade se tornaram essenciais para o desenvolvimento dos programas de melhoramento, já que são parâmetros genéticos característicos em cada população, podendo sofrer alterações devido ao tipo de seleção, alterações no manejo entre outras causas (YOKOO *et al.*, 2007). Dentro de um programa de melhoramento, diversas características são avaliadas, especialmente as que possuem interesse econômico, como é o caso da produção de leite, teor de gordura e proteína, além dos fatores referentes ao meio ambiente que interferem nessas características.

Na tentativa de melhorar a produção, produtores passaram a cruzar animais de raças zebuínas (oriundas do continente asiático) que apresentam excelente adaptação ao clima da região tropical, com raças taurinas (oriundas da Europa) especializadas em produção, mas, pouca adaptadas ao clima brasileiro (FACÓ *et al.*, 2002). O cruzamento de animais de raças diferentes é uma forma rápida de se promover o melhoramento genético em bovinos, pois pode resultar em progênies com boas características das raças utilizadas (complementariedade), o que faz com que cerca de 70% da produção brasileira seja oriunda de vacas mestiças (MIRANDA; FREITAS, 2009).

2.3 PERSISTÊNCIA E CURVAS DE LACTAÇÃO

A persistência de lactação é o componente mais importante da curva de lactação, sendo definido como a habilidade da vaca em manter uma produção de leite em um nível relativamente constante durante toda a lactação. A partir da sua produção de pico, a vaca começa a apresentar uma queda na sua produção e a forma como ocorre essa queda irá demonstrar se o animal é ou não persistente, ou seja, quanto mais suave a queda na produção, mais persistente e produtivo será o animal. Vários fatores podem influenciar a persistência de lactação em diversas raças leiteiras, como idade ao parto, ordem de parto e a estação do ano em que o parto ocorreu (COBUCI *et al.*, 2004).

A persistência de lactação tende a diminuir com a idade ao parto, ou seja, vacas mais jovens tendem a ter uma maior persistência de lactação em relação às mais velhas (MELO; FERREIRA; MELLO 2014). De acordo com Grossman, Kuck e Norton (1986), a persistência de lactação é um dos parâmetros de maior importância econômica da curva e reflete diretamente nos custos no sistema de produção, pois está associada à menor incidência de desordens metabólicas e de problemas reprodutivos.

A curva de lactação é caracterizada pelo comportamento produtivo do animal durante toda a lactação, possibilitando a estimativa da produção leiteira a partir dos resultados iniciais e a seleção dos animais mais produtivos dentro do rebanho. Uma curva de lactação apresenta três fases características: uma fase crescente, que vai desde o parto até aproximadamente 35 dias, uma fase de pico, que é representada pela produção máxima do animal e uma fase decrescente ou declínio, que vai do pico até o final da lactação e a velocidade com que a produção cai, determinará se a curva do animal é uma curva persistente (RODRIGUEZ; MOURÃO; GONÇALVES, 2012).

Estudar a curva de lactação permite estimar a produção total dos animais baseando-se em suas produções parciais, o que possibilita ao produtor um melhor planejamento das atividades, dentre elas o manejo nutricional, descarte de fêmeas e a escolha dos melhores reprodutores para se inserir no rebanho (GLÓRIA *et al.*, 2010). Vários são os fatores que podem influenciar na produção de leite, por isso, muitos são os modelos matemáticos usados para o ajuste dos dados e que descrevam a curva de lactação com maior precisão. Assim o uso desses modelos tem grande importância no estabelecimento de estratégias capazes de aperfeiçoar a seleção de animais mais eficientes na produção (JACOPINI *et al.*, 2012).

Grande parte da produção leiteira nacional vem de rebanhos mestiços, onde vacas europeias especializadas para produção de leite são cruzadas com raças zebuínas adaptadas. Raças zebuínas ou cruzadas têm por característica um pico de lactação muito próximo a data do parto e uma baixa persistência, o que resulta em vacas que ficam em lactação por períodos

menores que o desejado pelo produtor (TORQUATO; EL FARO; MASCIOLI, 2017). Assim, estudos referentes à curva de lactação desses animais tem grande importância no processo de seleção nos rebanhos.

3 METODOLOGIA

Foram utilizados registros de produção de leite obtidos em intervalos de 14 dias, obtidos durante os anos de 2007 a 2017, em animais pertencentes ao Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, localizado na cidade de Areia, no Estado da Paraíba, mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião do Brejo Paraibano (-6.973977, -35.720492). Com clima tropical úmido e estação chuvosa no período de Outono-Inverno, a região apresenta temperatura média anual de 23°C e precipitação anual de 1400 mm.

O rebanho estudado possui sete composições genéticas, sendo formado por vacas Jersolando (1/2 Jersey + 1/2 Holandês), Jersey puro por cruza (Jersey PC) e por vacas mestiças Holandês (H) com Gir (G) que apresentaram as composições genéticas de 1/2 H + 1/2 G (1/2), 1/4 H + 3/4 G (1/4), 3/4 H + 1/4 G (3/4), 5/8 H + 3/8 G (5/8) e 7/8 H + 1/8 G (7/8). Os animais foram mantidos em condições uniformes de manejo, ou seja, receberam o mesmo tratamento desde o pasto até a hora da ordenha.

Os animais foram mantidos em regime de pastagens de *Brachiaria decumbens* e com ração concentrada fornecida no momento da ordenha durante o ano todo, sendo a proporção de concentrado:produção igual a 1:3, ou seja, 1kg de ração para cada 3 litros de leite produzidos. As vacas eram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, sendo a primeira ordenha realizada as 5:00 horas da manhã e a segunda ordenha no período da tarde as 13:00 horas, sem o bezerro ao pé.

Foram eliminados dados de lactações incompletas e com duração menor que 100 dias. Após a depuração dos dados, restaram para análise 351 registros de lactações completas. O número de animais avaliados foi igual a 32 (86 lactações), 20 (47 lactações), 7 (23 lactações), 36 (84 lactações), 13 (17 lactações), 13 (34 lactações) e 18 (60 lactações) para vacas 5/8, 1/4, Jersey PC, 3/4, Jersolando, 7/8 e 1/2, respectivamente.

Foi utilizada a função *lm* do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009) para definição da significância dos efeitos de estação de parto (época seca, de setembro a fevereiro; e época chuvosa, de março a agosto) e de composição genética (5/8, 1/4, Jersey PC, 3/4, Jersolando, 7/8 e 1/2) para as características produção no pico no pico de lactação, produção final, dias em lactação, dias de lactação pós-pico, dias até o pico de lactação e persistência de lactação (Tabelas 1 a 3). O decaimento da produção média e a quantidade de dados válidos ao longo das lactações foram verificados para os dados gerais e para cada composição genética (Figuras 1 e 2).

A persistência de lactação foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$PL = \left[\left(\frac{PF}{PP} \right)^{\frac{1}{\left(\frac{m}{30.5} \right)}} \right] * 100$$

onde PL é a persistência de lactação em porcentagem, PF é a produção final, PP é a produção no pico de lactação (produção máxima) e m é o tempo de lactação decorrente do pico até a secagem.

O modelo estatístico implementado considerou o delineamento em blocos casualizado, sendo descrito como:

$$y = \mu + CG + EST + CG(EST) + e$$

onde y representa as características estudadas, μ representa a média geral, CG representa o efeito das composições genéticas (7 classes), EST representa o efeito das estações de parto (2 classes), $CG(EST)$ representa o efeito da interação entre composições genéticas e estações de parto e e representa o erro ou resíduo associado a cada característica. Utilizou-se o teste F de Fischer, ao nível de 5% de significância, para definir os efeitos de CG , EST e $CG(EST)$, respectivamente. O teste de Shapiro-Wilks, ao nível de 5% de significância, foi utilizado para avaliar a normalidade dos resíduos padronizados para as características estudadas. Já para as análises de comparações de médias para cada característica estudada, foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para as análises das curvas de lactação, foi utilizada a função *nls* do programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009), em que foram testados quatro modelos matemáticos:

$$(1) \quad y_1 = a + b * \left(\frac{t}{340} \right) + c * \left(\frac{t}{340} \right)^2 + d * \log \left(\frac{t}{340} \right) + e * \left[\log \left(\frac{t}{340} \right) \right]^2$$

$$(2) \quad y_2 = a * t^b \exp^{-c*t}$$

$$(3) \quad y_3 = a \exp^{[(b*t)-(c*t)^2]}$$

$$(4) \quad y_4 = \exp^{[a*(b-\log t)^2+c]}$$

onde y_1 representa os valores das lactações utilizadas no modelo Ali Shaeffer (ALI; SCHAEFFER, 1987); y_2 representa os valores das lactações utilizadas no modelo Gamma incompleta (WOOD, 1967); y_3 representa os valores das lactações utilizadas no modelo Exponencial parabólico (SIKKA, 1950); y_4 representa os valores das lactações utilizadas no modelo Quadrática logarítmica (BIANCHINI SOBRINHO, 1984); a , b , c , d e e representam os parâmetros das curvas e t representa as classes de dias a cada mensuração. Cada modelo

matemático foi aplicado para as composições raciais estudadas. Foram utilizados dados de lactações até os 315 dias.

Para a escolha dos modelos mais adequados (Tabela 4 e Figuras 3 a 9), considerou-se os seguintes critérios apresentados por ordem de importância (os mais importantes primeiro):

- (1) Critério de informação de Akaike (AIC), menores estimativas associadas aos melhores modelos;
- (2) Critério de informação Bayesiano (BIC), menores estimativas associadas aos melhores modelos;
- (3) Coeficiente de determinação (R^2), maiores estimativas associadas aos melhores modelos; e
- (4) Teste t ao nível de significância de 5%, estimativas significativas para os parâmetros das curvas indicam os melhores modelos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados elevados coeficientes de variação para as características de Produção final e Dias até o pico de lactação iguais a 37,30% e 56,90% respectivamente, indicando variação de desempenhos de acordo com as composições genéticas e estações de parto (Tabela 1). Já para a Persistência de lactação, foi verificado coeficiente de variação de 7,51%, o que indica desempenhos mais homogêneos para esta característica de modo geral. Segundo Cobuci *et al.*, (2004), ao estudarem a persistência de lactação em vacas Holandesas, indicaram que esta característica apresenta estimativa de herdabilidade moderada e que poderia ser utilizada para alterar o formato da curva de lactação no processo de seleção.

Para as variáveis Produção final, Dias até pico de lactação e Persistência de lactação, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a composição genética, estação de parto e suas interações (Tabela 1) e o teste de comparação de médias não será aplicado nestas características. Os resultados diferiram significativamente ($p < 0,05$) para as variáveis Produção no pico, Dias de lactação e Dias de lactação pós-pico em relação à composição genética, porém, o mesmo não foi observado para estação de parto e interações entre composição genética e estação de parto. Vasconcellos *et al.* (2003) constataram que a estação de parto não influenciou significativamente ($p > 0,05$) os dias de lactação de animais Holandês e mestiços. Já Ludovico, Trentin e Rêgo, (2019) não observaram diferença significativa ($p < 0,05$) para persistência de lactação em animais Girolando.

Tabela 1: Resultados associados às principais fontes de variação em delineamento em blocos casualizados para as variáveis: produção no pico, produção final, dias em lactação, dias de lactação pós-pico, dias até o pico e persistência de lactação.

Fontes de variação	GL	F	P-valor	CV	S-W
Produção no pico					
Composição Genética	6	2,71	0,0138**		
Estação	1	1,74	0,188	25,60%	0,0658
Composição Genética : Estação	6	1,07	0,375		
Produção final					
Composição Genética	6	1,08	0,37		
Estação	1	0,84	0,35	37,30%	0,00
Composição Genética : Estação	6	1,18	0,31		
Dias de lactação					
Composição Genética	6	3,71	0,001**		
Estação	1	2,05	0,15	26,85%	0,048
Composição Genética : Estação	6	0,66	0,68		
Dias de lactação pós-pico					
Composição Genética	6	3,60	0,001**		
Estação	1	2,72	0,09	31,60%	0,06
Composição Genética : Estação	6	0,55	0,76		
Dias até o pico					
Composição Genética	6	1,01	0,41		
Estação	1	0,71	0,39	56,90%	0,00
Composição Genética : Estação	6	2,10	0,052		
Persistência de lactação					
Composição Genética	6	1,55	0,15		
Estação	1	0,00	0,94	7,51%	0,00
Composição Genética : Estação	6	0,77	0,59		

GL = graus de liberdade, F = Teste F-Fisher ao nível de 5% de significância, CV = coeficiente de variação, S-W = Teste de normalidade de Shapiro-Wilks ao nível de 5% de significância. Valores em negrito (**) foram significativos ao nível de 5%.

Para a característica Produção no pico, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias nas diferentes composições genéticas. As composições genéticas 5/8, 7/8, 1/2 e 3/4 não diferiram entre si e apresentaram as maiores médias para Produção no pico, enquanto que as composições 1/4 e Jersey PC foram intermediárias, não diferindo das composições genéticas supracitadas e nem de animais Jersolando. Para o Jersolando, tal efeito pode ser justificado pelo fato de o Jersolando ser um cruzamento entre as raças Holandês x Jersey que é realizado com o objetivo de aumentar os teores de sólidos do leite, longevidade, fertilidade, facilidade de parto e para evitar consanguinidade (NETO, 2020). Neto, Rodrigues e Córdova (2013) utilizaram dados produtivos de vacas mestiças 1/2 Holandês x 1/2 Jersey e vacas puras Holandesas e concluíram que vacas mestiças Holandês-Jersey têm uma menor produção, porém com teor de gordura mais elevados se comparadas à da raça Holandesa.

Tabela 2. Efeito da composição genética sobre a Produção no pico de lactação (kg), Dias em lactação e Dias em lactação pós-pico de lactação.

Composição Genética	Características		
	Produção no pico	Dias em lactação	Dias em lactação pós-pico
5/8	20,24 ^a	270,00 ^{ab}	230,70 ^{ab}
1/4	18,80 ^{ab}	233,50 ^b	196,40 ^b
Jersey PC	19,30 ^{ab}	290,00 ^a	259,30 ^a
3/4	19,83 ^a	266,00 ^{ab}	230,00 ^{ab}
Jersolando	15,80 ^b	240,00 ^{ab}	203,80 ^{ab}
7/8	21,07 ^a	295,80 ^a	258,00 ^a
1/2	19,81 ^a	253,00 ^{ab}	221,60 ^{ab}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Neste trabalho, foi observado que maiores contribuições da raça Holandesa em cruzamentos com animais da raça Gir estão associadas a melhores desempenhos produtivos para produção de leite no pico de lactação, enquanto que composições genéticas que considerem a raça Jersey foram inferiores às demais. De acordo com Madeira (2011), a raça Girolando e suas diferentes composições genéticas vem sendo trabalhadas e melhoradas para o aumento da produção, o que poderia estar associado às médias observadas. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os de Torquato, El Faro e Mascioli, (2017) que constataram que animais 7/8 apresentaram maior produção média do que as demais composições genéticas estudadas. Estes autores indicaram que quanto maior a contribuição de genes da raça Holandesa nos cruzamentos, maior será a produção de leite, desde que o sistema de produção permita que os animais expressem o seu potencial genético.

Para Dias em lactação, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias das diferentes composições genéticas. Observou-se também diferença significativa ($p < 0,05$) para Dias em lactação pós-pico, sendo a ordem entre as diferenças das médias as mesmas em relação à variável Dias em lactação, logo, suas interpretações são semelhantes. Animais Jersey PC e 7/8 apresentaram a maior duração da lactação e não diferiram entre si. Os animais 5/8, 3/4, 1/2 e Jersolando não diferiram entre si, apresentando médias de dias em lactação intermediárias, e não diferiram com as demais composições genéticas. Menores dias em lactação foram observados para animais 1/4, apresentando diferença significativa ($p < 0,01$) em relação aos animais 5/8, 3/4, 1/2 e Jersolando. A maior contribuição zebuína nas diferentes composições genéticas está presente em animais 1/4, ou seja, apresentam 1/4 dos genes da raça Holandesa e 3/4 dos genes da raça Gir.

De acordo com Costa *et al.* (2005), menores períodos de lactação são característicos em animais zebuínos quando comparados às raças europeias. Além disto, a utilização de raças zebuínas em cruzamentos com raças especializadas, tem o objetivo de introduzir

características como rusticidade e adaptabilidade (LEÃO *et al.* 2009). Ludovico, Trentin e Rêgo (2019), observaram média para dias em lactação para animais 1/2 igual a 143,83 dias. Em estudo realizado por Glória *et al.* (2006), foi observado que bovinos mestiços 1/2, 3/4, e 7/8 Holandês x Gir apresentaram médias de 306,50, 328,20 e 337,00 dias de lactação.

Em outro extremo, tem-se que a composição genética 7/8 apresentou a maior média para dias em lactação, assim estes animais permanecem mais tempo produzindo em relação aos demais. De acordo com Glória *et al.* (2006), esse resultado pode estar relacionado à seleção praticada em gado Holandês que, caracteristicamente, apresenta períodos de lactação mais longos. Ribeiro *et al.* (2017), encontraram resultados semelhantes para Dias em lactação ao estudarem o desempenho produtivo de animais 1/2 Holandês + 1/2 Zebu no estado de Minas Gerais. A duração ou os dias em lactação está relacionada ao aproveitamento da vaca como uma produtora eficiente e a persistência de lactação é a que melhor define um animal especializado para produção, quanto mais alta a Persistência apresentada pela vaca, mais tempo o produtor poderá manter o animal produzindo (MELLO *et al.*, 2014).

É importante destacar que os critérios de seleção utilizados em rebanhos leiteiros no Brasil são direcionados para o aumento da produção de leite e não na melhoria da persistência de lactação, principalmente em bovinos mestiços. Dorneles *et al.* (2009), ao analisarem a persistência de lactação em vacas Holandesas, perceberam indícios de que o melhoramento para aumento da produção não leva necessariamente à melhoria da persistência de lactação e, para que se possa obter animais mais persistentes, esta característica deve ser incluída nos critérios de seleção.

As Figuras 1 e 2 apresentam o decaimento no número de informações à medida que a lactação avança e o decaimento dos valores médios à cada controle leiteiro durante a lactação de animais de diferentes composições genéticas. Na Figura 1, os dados produtivos analisados mantiveram-se estáveis até aproximadamente os 140 dias de controle leiteiro, onde a queda na porcentagem de dados começa a ficar mais evidente. Animais com composição genética 1/2 e 1/4 mantiveram decaimento dos dados semelhante até os 168 dias de controle. Nesse ponto, onde 80% dos animais ainda se mantêm em lactação, percebe-se decaimento mais rápido e regular dos dados referentes à composição 1/4, chegando a 30% nos 266 dias de controle, enquanto que os animais com composição genética 1/2 chegaram ao mesmo percentual aos 290 dias de controle.

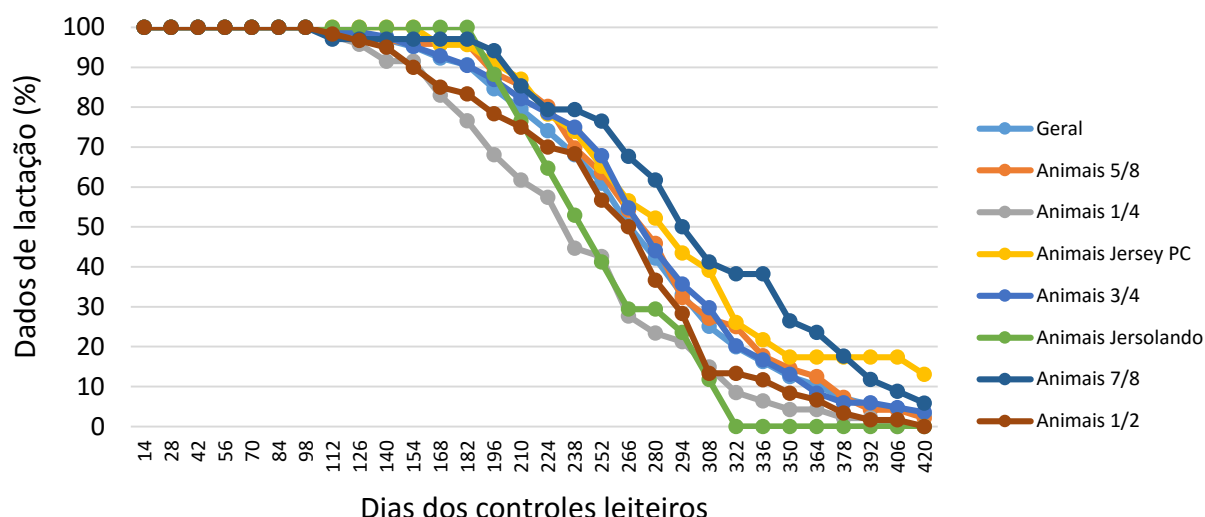


Figura 1. Decaimento da porcentagem de dados válidos de lactação ao longo do controle leiteiro para dados gerais e composições genéticas.

Vacas pertencentes à composição genética Jersolando mantiveram os dados de lactação estáveis até os 180 dias de controle leiteiro. Nesse ponto, houve uma queda acentuada até alcançar os 30% de dados válidos aos 266 dias de controle leiteiro, decrescendo mais rapidamente do que os demais animais. A composição genética 7/8 manteve cerca de 95% dos dados válidos até os 196 de controle leiteiro e, a partir deste ponto, teve decaimento regular chegando a 80% aos 224 dias e 40% aos 336 dias de controle. Desempenho semelhante foi observado para as composições genéticas 3/4, 5/8 e Jersey PC.

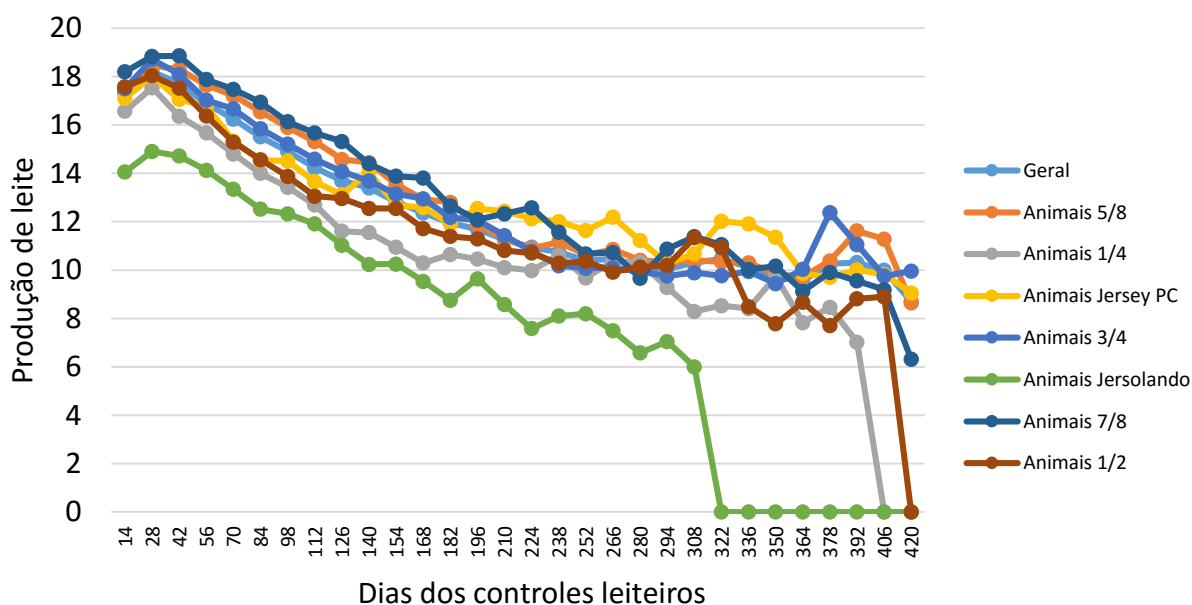


Figura 2. Decaimento da produção de leite ao longo do controle leiteiro para dados gerais e composições genéticas.

De acordo com a Figura 2, as composições genéticas alcançaram a Pico de produção aos 28 dias de controle, com a composição genética 7/8 apresentando o maior valor, o que pode ser observado na Tabela 2. Essa composição genética manteve produção média de 14 kg/controle até os 196 dias, onde é possível observar um decaimento estável até os 420 dias com uma média de 7 kg/controle. As demais composições genéticas apresentaram padrão semelhante ao 7/8, sendo que os animais pertencentes às composições genéticas 1/2 e 1/4 demonstram decaimento um pouco mais acentuado após a produção de pico, estabilizando aos 182 dias de controle e mantendo até o momento da secagem. A composição genética Jersolando mantém decaimento suave desde a produção de pico aos 28 dias de controle até os 140 dias de controle onde apresenta decaimento regular até o momento da secagem que acontece aos 308 dias de controle.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias e desvios-padrão para as características Produção final, Dias até o pico de lactação e Persistência de lactação para as composições genéticas estudadas. Os efeitos de composição genética e estação do parto não foram significativos ($p < 0,05$) para estas variáveis.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão ($\pm$) para as características Produção final (kg), Dias até a produção de pico e Persistência de lactação (%) para as composições genéticas estudadas.

Composição Genética	Características		
	Produção final	Dias até o pico	Persistência de lactação
5/8	7,52 $\pm$ 2,71	39,20 $\pm$ 22,02	86,77 $\pm$ 5,54
1/4	7,08 $\pm$ 2,47	37,00 $\pm$ 21,47	84,37 $\pm$ 7,17
Jersey PC	7,68 $\pm$ 2,96	30,91 $\pm$ 19,46	88,00 $\pm$ 6,68
3/4	6,77 $\pm$ 2,20	36,24 $\pm$ 22,61	85,02 $\pm$ 7,17
Jersolando	6,72 $\pm$ 2,14	38,18 $\pm$ 20,67	87,70 $\pm$ 5,56
7/8	7,24 $\pm$ 2,94	37,85 $\pm$ 22,37	86,49 $\pm$ 6,31
1/2	7,59 $\pm$ 3,34	32,10 $\pm$ 14,94	86,27 $\pm$ 6,22

Os parâmetros das curvas de lactação (a , b , c , d e e) obtidos por meio dos modelos matemáticos Ali Schaeffer, Gamma incompleta, Exponencial Parabólica e Quadrática Logarítmica para as diferentes composições genéticas é apresentado na Tabela 4. Apenas as curvas Quadráticas Logarítmicas foram significativas ($p < 0,05$) para os parâmetros a , b e c em relação a todas as composições genéticas, indicando que este modelo pode ser adequado para ajustar todas curvas de lactação estudadas. Já o modelo de Ali Schaeffer, não apresentou parâmetros significativos ($p > 0,05$) para as composições genéticas, embora seja o modelo que, em geral, apresenta boa adequação às curvas de lactação (LAZZARI, 2013).

A interpretação biológica geral para os modelos Gamma incompleta, Exponencial Parabólica e Quadrática Logarítmica descrevem o parâmetro a como sendo relacionado à produção de leite no início da lactação, b define a taxa de ascensão média na fase pré-pico de produção e c indica a taxa de declínio médio na produção após o pico de lactação (GUIMARÃES *et al.*, 2006). O modelo Ali Schaeffer contém maior quantidade de parâmetros, sendo que a representa o período de ascensão até o pico de lactação, b e c representam a fase de declínio e d e e representam a fase de aumento de produção até o fim da lactação (ou seja, a suavização do declínio).

Ferreira (2013) ao trabalhar com a análise e ajuste de quatro modelos, o modelo Brody, modelo Woody, modelo Dijkstra e o modelo Pollot, todos ajustados pelo critério AIC para curva de lactação de vacas Holandesas, constatou que apenas o modelo Woody se ajustou aos dados, sendo este recomendado para delinear curvas de lactação. Cayo (2013) não encontrou diferenças nos modelos utilizados para avaliação de diferentes parâmetros produtivos ao trabalhar com vacas pertencentes aos grupos genéticos 1/4HOL:3/4GIR, 3/8HOL:5/8GIR, 1/2HOL:1/2GIR, 5/8HOL:3/8GIR, 3/4HOL:1/4GIR, 3/8 7/8HOL:1/8GIR. Mello et al (2014) relataram que a persistência de lactação pode sofrer a influência de fatores como a estação de parto, idade da vaca e ordem de parto, sendo possível a seleção para essa característica com o objetivo de alterar a forma da curva de lactação.

Os modelos de curva de lactação apresentados nas Figuras 3 a 9 representam em seu eixo Y os valores preditos para kg/leite produzidos durante a lactação para cada modelo e composição genética estudada, já no eixo X são representados os dias em lactação. No canto superior direito das Figuras 3 a 9 são apresentadas as estimativas dos critérios AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R² (coeficiente de determinação). Vendrusculo (2003) descreve o critério AIC como uma ferramenta para estabelecimento de um compromisso satisfatório entre o bom ajuste e parcimônia na identificação de um método estatístico. O critério BIC para estudos de adequação de um modelo é dividido em dois, um teste global e outro específico, o global não requer a especificação de um modelo alternativo, o específico necessita que se especifique um modelo alternativo, ou seja, uma hipótese (POLIDORO, 2014). De acordo com os resultados representados nas figuras, os modelos que melhor descrevem as curvas de lactação para as composições genéticas analisadas são o modelo Ali Schaeffer e o modelo Quadrática Logarítmica.

Tabela 4. Valores médios estimados para os diferentes parâmetros (a , b , c , d e e) nos modelos de curva estudados em bovinos de diferentes composições genéticas. Valores em negrito foram significativos ($p < 0,05$) pelo teste t.

Composição Genética	Modelos	Parâmetros				
		a	b	c	d	e
5/8	Ali Shaeffer	32.84702	-40.6512	0.05811	-5.20121	0.29877
	Gamma incompleta	1.56E+01	7.64E-02	3.15E-03	-	-
	Exponencial Parabólica	1.95E+01	-1.85E-03	1.87E-06	-	-
	Quadrática Logarítmica	-0.12317	3.43009	2.94139	-	-
1/4	Ali Shaeffer	-22.23664	38.21132	-0.02017	25.85694	-4.47738
	Gamma incompleta	20.52836	-0.046865	0.0021463	-	-
	Exponencial Parabólica	1.89E+01	-4.31E-03	-6.52E-06	-	-
	Quadrática Logarítmica	-0.09109	2.93382	2.84254	-	-
Jersey PC	Ali Shaeffer	-39.41043	72.79457	-0.07285	35.24202	-5.82107
	Gamma incompleta	21.39806	-0.057408	0.0012319	-	-
	Exponencial Parabólica	1.88E+01	-3.03E-03	-4.36E-06	-	-
	Quadrática Logarítmica	-0.05668	2.75746	2.87023	-	-
3/4	Ali Shaeffer	0.706394	9.200901	-0.002164	12.959067	-2.46354
	Gamma incompleta	1.71E+01	4.00E-02	2.92E-03	-	-
	Exponencial Parabólica	1.93E+01	-2.39E-03	3.80E-07	-	-
	Quadrática Logarítmica	-0.11473	3.2957	2.91587	-	-
Jersolando	Ali Shaeffer	-2.285666	9.985355	-0.003969	12.628315	-2.41795
	Gamma incompleta	1.24E+01	7.99E-02	3.84E-03	-	-
	Exponencial Parabólica	1.56E+01	-2.33E-03	2.41E-06	-	-
	Quadrática Logarítmica	-0.14207	3.35386	2.71005	-	-
7/8	Ali Shaeffer	23.73989	-25.17612	0.03773	-0.19898	-0.39239
	Gamma incompleta	17.12550	0.048206	0.002789	-	-
	Exponencial Parabólica	1.99E+01	-2.11E-03	6.82E-07	-	-
	Quadrática Logarítmica	-1.12E-01	3.35E+00	2.95E+00	-	-
1/2	Ali Shaeffer	-13.63991	28.21994	-0.01457	20.64797	-3.53772
	Gamma incompleta	21.89503	-0.054197	0.0018895	-	-
	Exponencial Parabólica	1.96E+01	-3.95E-03	-5.63E-06	-	-
	Quadrática Logarítmica	-8.00E-02	2.85E+00	2.89E+00	-	-

Para animais 5/8, o modelo que mais adequado para explicar o comportamento da curva de lactação foi o Quadrático Logarítmico, considerando os critérios de AIC (9409,92), BIC (9431,39) e que os parâmetros a , b e c foram significativos (Tabela 4). A definição do melhor modelo para animais 1/4 ficou entre os modelos Ali Schaeffer (AIC = 4240,91 e R^2 = 48,15%) e Quadrático Logarítmico (BIC = 4262,41 e com parâmetros a , b e c significativos). A curva de lactação mais adequada para Jersey PC foi a Quadrática Logarítmica (AIC = 2511,41, BIC = 2527,68 e com parâmetros a , b e c significativos), assim como para animais 3/4 (AIC = 8948,45, BIC = 8969,79 e com parâmetros a , b e c significativos), animais Jersolando (AIC = 1396,50, BIC = 1411,21 e com parâmetros a , b e c significativos), animais

7/8 (AIC = 3724,41, BIC = 3742,33 e com parâmetros a , b e c significativos) e animais 1/2 (AIC = 6030,82, BIC = 6050,61 e com parâmetros a , b e c significativos).

Os resultados não são compatíveis aos obtidos por Jacopini *et al.* (2012) que ao testarem diferentes modelos para curvas de lactação em vacas Girolando, constataram que o melhor modelo é a função Gamma Incompleta, uma vez que esta apresentou o maior valor para o coeficiente de regressão. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de o autor utilizar no trabalho animais de uma única composição genética. Por possuir três parâmetros, o modelo Quadrática Logarítmica faz com que a estimativa e interpretação da persistência de lactação sejam de fácil compreensão (EL FARO; ALBUQUERQUE; FRIES, 1999).

Ao analisar as curvas de lactação fornecidas pelos modelos Ali Schaeffer e Quadrática Logarítmica, foi observado que a composição genética 5/8 (Figura 3) apresenta curva de lactação com declínio mais suave da produção, desde a produção de pico até o final da lactação. As composições genéticas 7/8 (Figura 8) e 3/4 (Figura 6), alcançaram a produção de pico próximo dos 30 dias. Entre os grupos genéticos mais persistentes, temos as composições genéticas 3/4, 5/8, 7/8 e os animais da composição genética Jersolando.

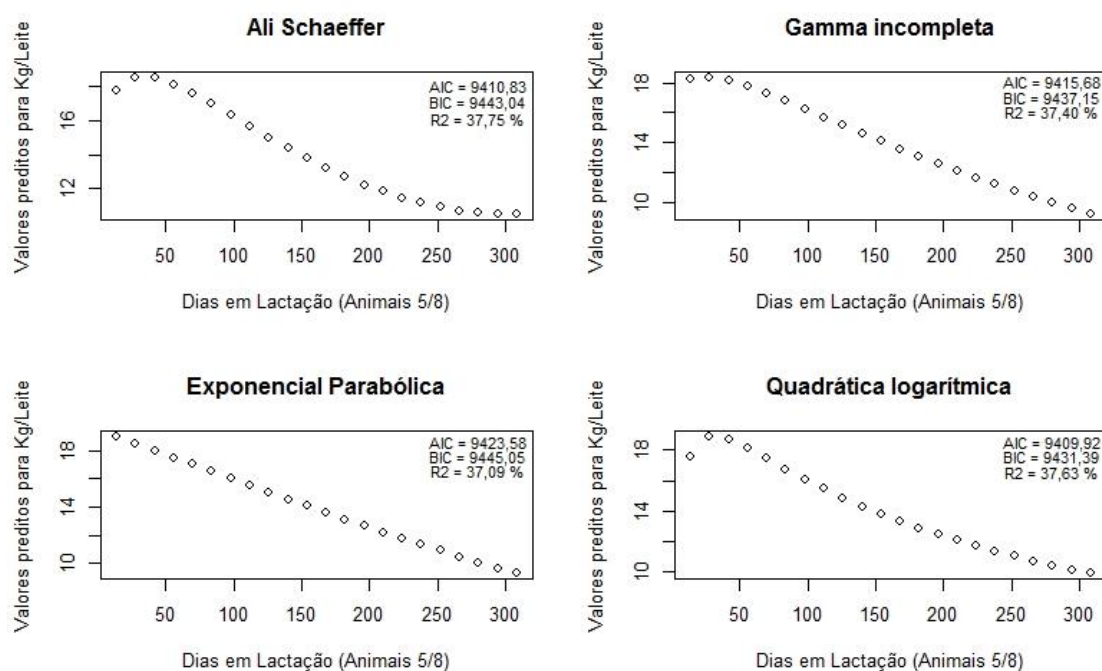


Figura 3. Valores preditos para curvas de lactação de animais 5/8, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R2 (coeficiente de determinação).

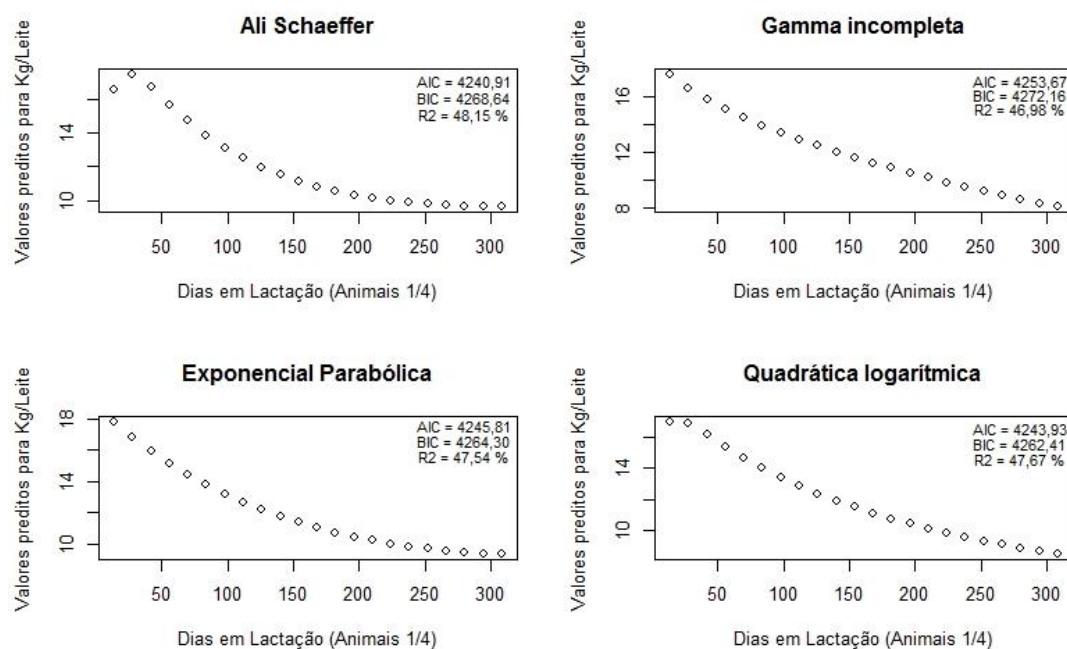


Figura 4. Valores preditos para curvas de lactação de animais 1/4, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R2 (coeficiente de determinação).

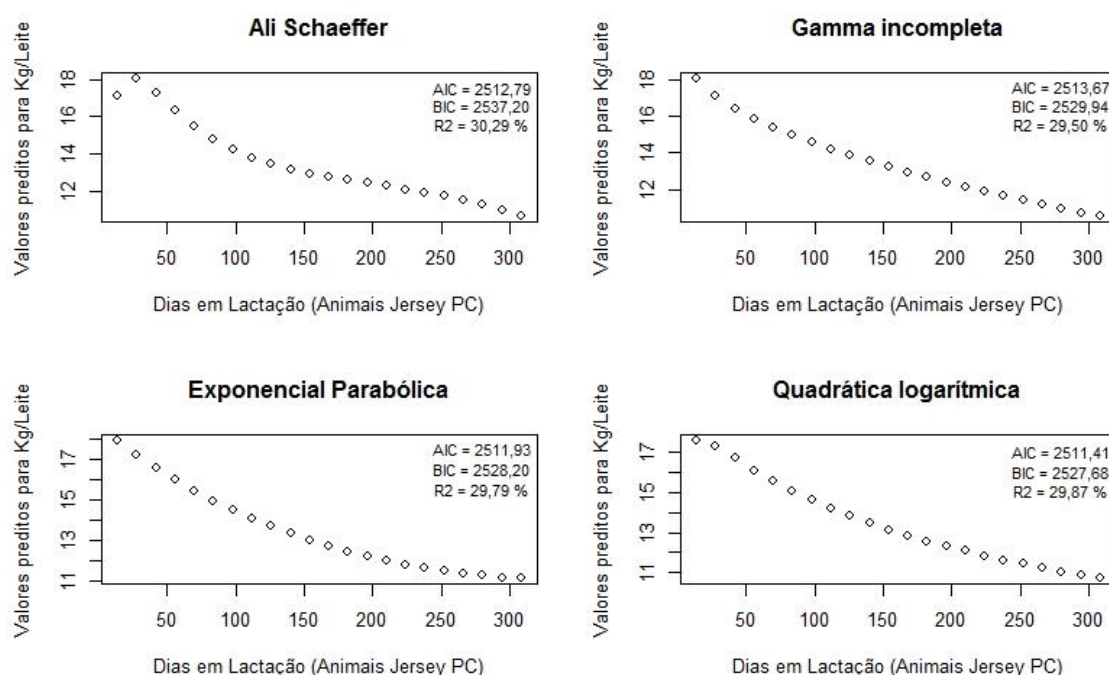


Figura 5. Valores preditos para curvas de lactação de animais Jersey PC, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R2 (coeficiente de determinação).

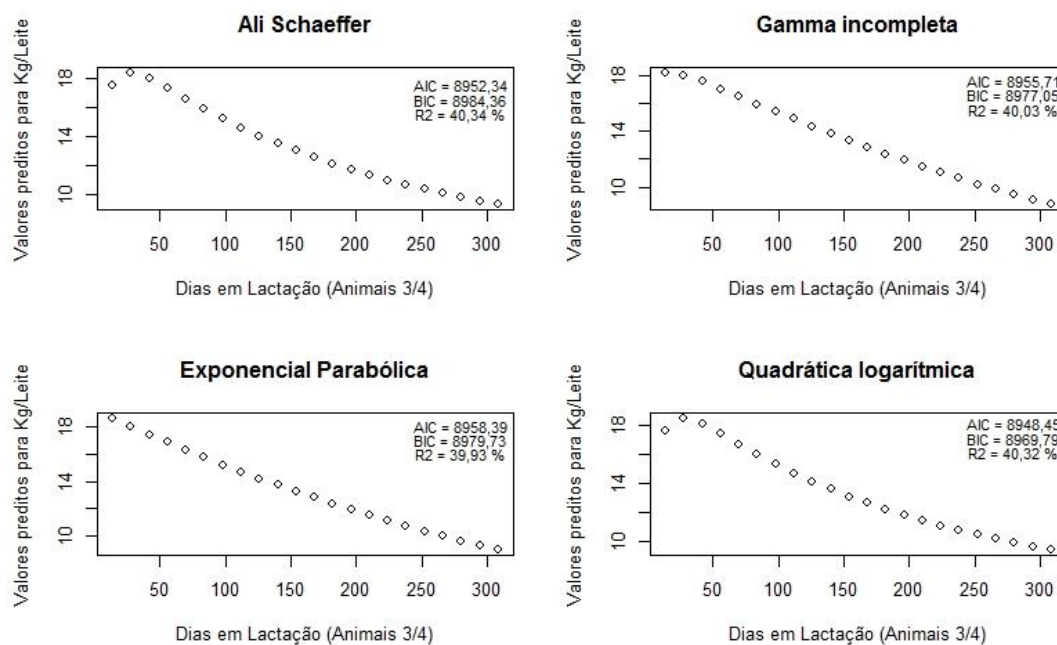


Figura 6. Valores preditos para curvas de lactação de animais 3/4, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R2 (coeficiente de determinação).

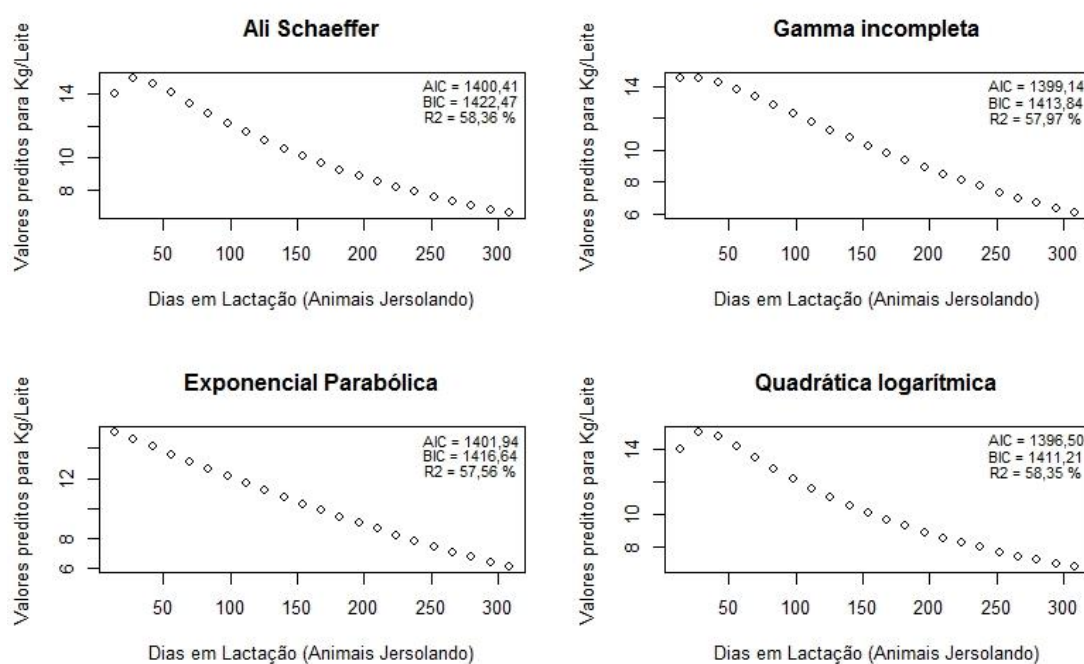


Figura 7. Valores preditos para curvas de lactação de animais Jersolando, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R² (coeficiente de determinação).

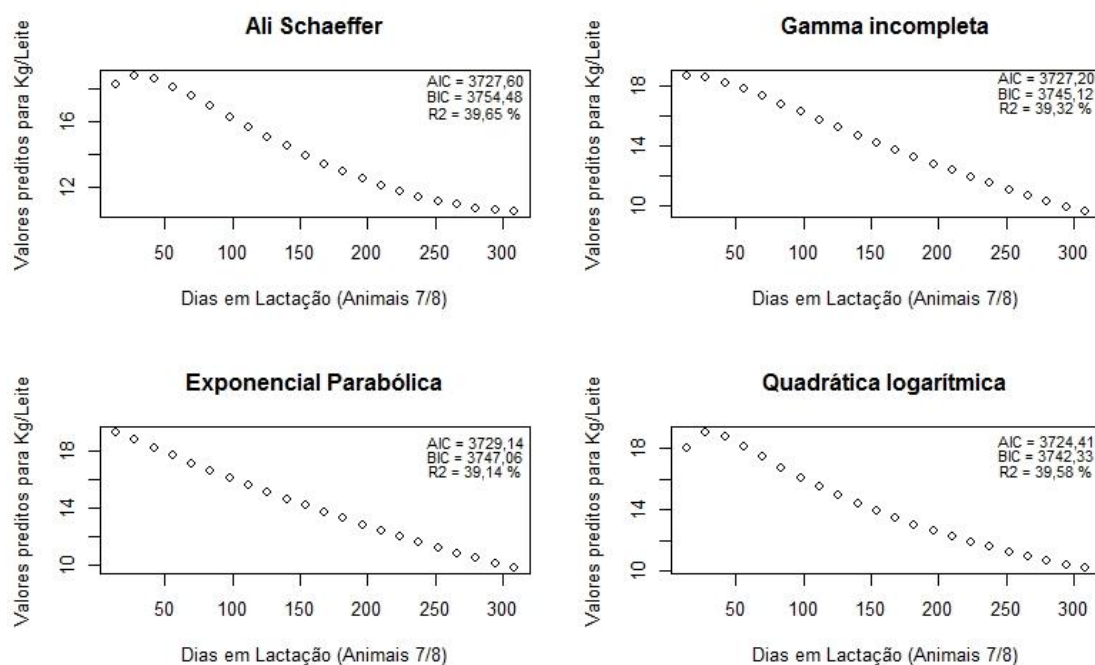


Figura 8. Valores preditos para curvas de lactação de animais 7/8, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R² (coeficiente de determinação).

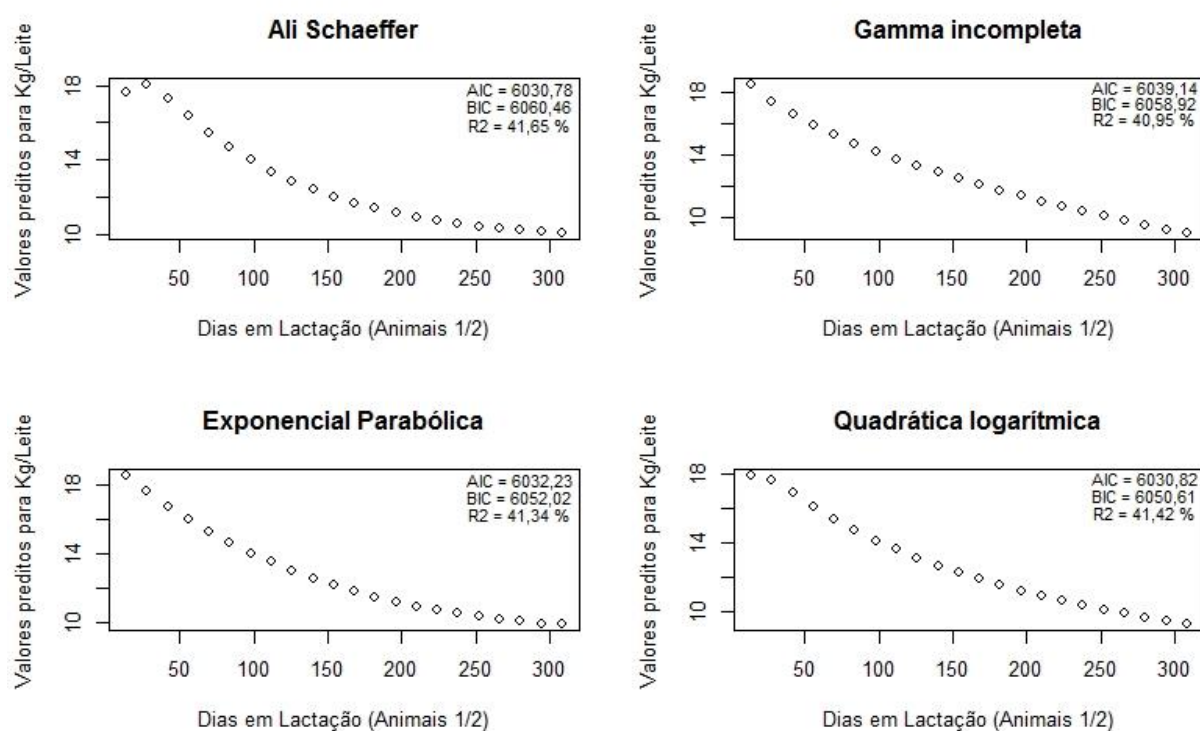


Figura 9. Valores preditos para curvas de lactação de animais 1/2, obtidos em quatro diferentes modelos, contendo valores de AIC (critério de informação de Akaike), BIC (critério de informação Bayesiano) e R² (coeficiente de determinação).

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi verificado que existe influência das diferentes composições genéticas (ou mestiçagens) em relação às variáveis produção de leite no pico da lactação, dias em lactação e dias em lactação pós-pico. Isto indica que é possível identificar indivíduos geneticamente superiores dentre aqueles pertencente às mesmas composições genéticas, assim como definir quais destas composições são as mais produtivas sob o ponto de vista das variáveis analisadas. Seria possível também indicar quais composições genéticas são as mais adequadas para a região estudada, como foi o caso de animais com maior contribuição da raça Holandesa na composição racial.

Dentre os modelos matemáticos estudados, o Quadrático Logarítmico foi o mais adequado para ajustar as curvas de lactação para todas as composições genéticas avaliadas. Logo, é possível inferir, com maior precisão a respeito da produção/período de pico de lactação e a magnitude do declínio da lactação até o período de secagem.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. M. Perspectivas para o melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande, MS, Anais... Campo Grande: SBZ, 2004, p.358-367.
- ALI, T. E., SCHAEFFER, L. R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 67, p. 637–644, 1987.
- ANUÁRIO DO LEITE. Novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. Embrapa Gado de Leite, São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO. Disponível em: <<http://www.girolando.com.br/index.php?paginasSite/girolando,3,pt>>. Acesso: 10 de dezembro de 2019.
- BIANCHINI SOBRINHO, E. **Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir**. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1984. 88p.
- CAMPIDELLI, A. M.; JOSAHKIAN, L. A. A importância das avaliações fenotípicas para o melhoramento genético animal. **FAZU Rev.**, v. 08, 2012.
- CARDOSO, V. L. et al. Análise econômica de esquemas alternativos de controle leiteiro. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 57, n. 1, p. 85-92, 2005.
- CAYO, A. W. C. Efeito da inclusão ou não de lactações curtas e do grupo genético da vaca e/ou da mãe da vaca na avaliação genética de bovinos da raça Girolando, p. 34, 2013.
- COBUCI, J. A., et al. Análises da persistência na lactação de vacas da raça Holandesa, usando produção no dia do controle e modelo de regressão aleatória. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 3, p. 546-554, 2004.
- COSTA, C. N. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite de controles individuais de vacas da raça Gir estimados com modelos de repetibilidade e regressão aleatória. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 5, p. 1519-1530, 2005.
- DORNELES, C. K. P. et al. Persistência na lactação para vacas da raça Holandesa criadas no Estado do Rio Grande do Sul via modelos de regressão aleatória. **Ciê. Rural**, v. 39, n. 5, p. 1485-1491, 2009.
- EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G.; FRIES, L. A. Comparação de Alguns Modelos Matemáticos para Ajuste à Curva de Lactação Média de um Rebanho da Raça Caracu. **R. Bras. Zootec.**, v.28, n.5, p.987-992, 1999.
- FACÓ, O. et al. Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 5, p. 1944-1952, 2002.
- FERREIRA, A. G. T. **Estudo das curvas de lactação de vacas leiteiras do sudoeste do Paraná: comparação entre modelos empíricos e mecanicistas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013

GLÓRIA, J. R. et al. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 10, p. 2160-2165, 2010.

GLÓRIA, J. R. et al. Efeito da composição genética e de fatores de meio sobre a produção de leite, a duração da lactação e a produção de leite por dia de intervalo de partos de vacas mestiças Holandês-Gir. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 58, n. 6, p. 1139-1148, 2006.

GROSSMAN, M.; KUCK, A.L.; NORTON, H.W. Lactation curves of purebred and crossbred dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v.69, p.195-203, 1986.

GUIMARAES, V. P. et al. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. **R. Bras. Zootec.**, v. 35, n. 2, p. 535-543, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa trimestral do leite, 2019.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite> Acesso em: 03 de abril de 2020.

JACOPINI, L. A. et al. Curvas de lactação de vacas Girolando através de diferentes modelos. **In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal–João Pessoa, PB**, 2012.

LAZZARI, M. **Curvas de lactação de vaca primíparas da raça Jersey.** Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. 2013. 53p.

LEÃO, G. F. M. et al. Melhoramento genético em zebuínos leiteiros: uma revisão. **Agrop. Cien. Semiárido**, v. 9, n. 4, 2013.

LUDOVICO, A.; TRENTIN, M.; RÊGO, F. C. A. Fontes de variação da produção e composição de leite em vacas Holandesa, Jersey e Girolando. **Arch. Zootec.**, v. 68, n. 262, p. 236-243, 2019.

MADEIRA, B. **Girolando: uma raça leiteira preparada para os trópicos.** 2011.

MELLO, R. R. C. FERREIRA, J. E., MELLO, M. R. B. Persistência na lactação em bovinos. **Agropec. Cien. Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 18-22, 2014.

MIRANDA, J. E. C.; FREITAS, A. F. Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite. **Circular técnica 98.** Embrapa, 2009.

NARDY, V. P. D. R., CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T. Mercado de leite fluido e queijos no Brasil: uma análise de 2005 a 2016. **In: Workshop de iniciação científica da Embrapa Gado de Leite**, 23., 2019, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019.

NETO, A. T. Cruzamento entre Holandês e Jersey: Desempenho produtivo. Disponível em: <https://gadojerseybr.com.br/admarq/files/Cruzamento_20entre_20Holand_C3_AAs_20e_20Jersey.pdf> Acesso em 09 de Abril de 2020.

NETO, A. T., RODRIGUES, R. S., CÓRDOVA, H. A. Desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês x Jersey em comparação ao Holandês. **R. Ciênc. Agrov.**, v. 12, n. 1, p. 7-12, 2013.

POLIDORO, M. J. F. P. **Metodologia bayesiana e adequação de modelos.** 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2009.

RIBEIRO, L. S. et al. Desempenhos produtivo e reprodutivo de um rebanho F1 Holandês x Gir em Minas Gerais. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 69, n. 6, p. 1624-1634, 2017.

RODRIGUEZ, M. A. P., MOURÃO, G. B., GONÇALVES, T. M. Curvas de lactação em vacas leiteiras. 2012.

SILVA, H. A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais-Paraná. **Ciê. Rural**, v. 38, n. 2, p. 445-450, 2008.

SIKKA, L.C. A study of lactation as effected by buredity and environment. **J. Dairy Res.**, v. 17, n. 3, p. 231-252, 1950.

TORQUATO, I. A., EL FARO, L., MASCIOLI, A. S. Desempenho produtivo e curva de lactação de animais mestiços Holandês x Gir na região agreste de Pernambuco. **Boletim Ind. Anim.**, v. 74, n. 1, p. 27-35, 2017.

VASCONCELLOS, B. F.; PÁDUA, J. T.; MUÑOZ, M. F. C.; TONHATI, H. Efeitos genéticos e ambientais sobre a produção de leite, o intervalo de partos e a duração da lactação em um rebanho leiteiro com animais mestiços, no Brasil. **R. Univ Rural**, v.23, n.1, p. 39-45, 2003.

VENDRUSCULO, L. G. Uso de índices de desempenho e do critério de Akaike para ajuste de modelos de semivariograma. **Embrapa Informática Agropecuária-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003.

VILELA, D. et al. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **R. Polít. Agrí.**, v. 26, n. 1, p. 5-24, 2017.

VILELA, D., RESENDE, J. C. Cenário para a produção de leite no Brasil na próxima década. **In: Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na Região Sul do Brasil**, Maringá, 2014.

WOOD, P. D. P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. **Nature**, v. 216, p. 164-165, 1967.

YOKOO, M. J. I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **R. Bras Zootec.**, v. 36, n. 6, p. 1761-1768, 2007.