



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**AVALIAÇÃO DO MODELO DE ESTIMATIVA GAMA INCOMPLETO (WOOD,
1967) E FATORES QUE INFLUENCIAM NA CURVA DE LACTAÇÃO DE CABRAS
LEITEIROS**

Tamiris Matias da Costa

BANANEIRAS – PB

2022

Tamiris Matias da Costa

**AVALIAÇÃO DO MODELO DE ESTIMATIVA GAMA INCOMPLETO (WOOD,
1967) E FATORES QUE INFLUENCIAM NA CURVA DE LACTAÇÃO DE CABRAS
LEITEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias
da UFPB como parte das exigências para a
obtenção do Título de Licenciado em Ciências
Agrárias.

Orientador: Prof. George Rodrigo Beltrão da
Cruz

BANANEIRAS – PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C838aa Costa, Tamiris Matias da.

Avaliação do modelo de estimativa gama incompleto (wood, 1967) e fatores que influenciam na curva de lactação de cabras leiteiros / Tamiris Matias da Costa. - João Pessoa, 2022.

27 f. : il.

Orientação: George Rodrigo Beltrão Cruz.

Coorientação: Giullyann de Oliveira Salviano.

TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Caprinocultura. 2. Modelagem. 3. Produção de leite. I. Cruz, George Rodrigo Beltrão. II. Salviano, Giullyann de Oliveira. III. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 636.39

Tamiris Matias da Costa

**AVALIAÇÃO DO MODELO DE ESTIMATIVA GAMA INCOMPLETO (WOOD,
1967) E FATORES QUE INFLUENCIAM NA CURVA DE LACTAÇÃO DE CABRAS
LEITEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias
da UFPB como parte das exigências para a
obtenção do Título de Licenciado em Ciências
Agrárias.

Orientador: Prof. George Rodrigo Beltrão da
Cruz

Aprovado em: 15/06/2022

Orientador: 

Afiliação: Departamento de Ciência Animal - CCHSA/UFPB

Examinador 1: 

Afiliação: Departamento de Ciência Animal - CCHSA/UFPB

Examinador 2: 

Afiliação: ECIT Alfredo Pessoa de Lima – Solânea, PB

BANANEIRAS – PB

2022

RESUMO

A caprinocultura é uma das principais atividades agropecuárias do mundo, com rebanhos presentes em todos os continentes, sendo o Brasil o país que se apresenta mais preparado em rebanho com aptidão leiteira na América do Sul. Com este trabalho objetivou-se determinar os fatores que influenciam na curva de lactação, como também avaliar a eficácia do modelo de estimativa proposto por Wood (1967) para cabras leiteiras. Foram utilizados controles referentes a 261 lactações de caprinos das raças Saanen e Alpina, controlados entre 2009 e 2021. Para ajustar as lactações foi utilizada a função Gama Incompleta (Wood, 1967). Foram avaliadas as influências dos fatores não genéticos sobre produção de leite total e os parâmetros estimados pela função Gama Incompleta. Os fatores utilizados para compor as fontes de variação foram: ano de parto, estação de parto e ordem de parto. Observa-se que as cabras da raça Saanen foram mais produtivas do que as cabras da raça Alpina durante toda a curva de lactação. Os valores estimados de produção de leite (kg) pelo modelo de regressão de Wood (1967) obtiveram ajuste satisfatório. O tempo de pico foi atingido, para as duas raças, já na primeira semana de lactação e a produção no pico foi estimada próximo aos valores reais observados no primeiro controle. Observa-se maior produção inicial nos anos de 2011 e 2016, juntamente com a produção aos 91 dias que apresentou maior produção no ano de 2016. Foram observadas maiores produções na época seca para cabras da raça Saanen e Alpina, com exceção do final da lactação para a raça Alpina que não apresentou diferença significativa. Animais de quarta ordem de parto apresentaram-se mais produtivos. Indica-se a utilização do modelo de regressão proposto em programas de seleção, assim como estratégias de seleção e manejo devem ser implementadas considerando os componentes ambientais de estação de parição e a idade reprodutiva dos animais.

Palavras-chave: Caprinocultura. Modelagem. Produção de leite

ABSTRACT

Goat farming is one of the main agricultural activities in the world, with herds presente on all continents, with Brazil being the country that is more prepared in herd with dairy aptitude in South America. The objective of this work was to determine the factors that influence the lactation curve, as well as to evaluate the effectiveness of the estimation model proposed by Wood (1967) for dairy goats. Controls were used for 261 lactations of Saanen and Alpine goats, controlled between 2009 and 2021. To adjust the lactations, the Incomplete Range function was used (Wood, 1967). The influences of non-genetic factors on total milk production and the parameters estimated by the Incomplete Gamma function were evaluated. The factors used to compose the sources of variation were: calving year, calving season and calving order. It is observed that Saanen goats were more productive than Alpine goats throughout the lactation curve. The estimated values of milk production (kg) by the regression model of Wood (1967) obtained a satisfactory fit. The peak time was reached, for both breeds, in the first week of lactation and the peak production was estimated close to the real values observed in the first control. Higher initial productions were observed in the years 2011 and 2016, together with the production at 91 days, which presented the highest production in the year 2016. Higher productions were observed in the dry season for Saanen and Alpine goats, with the exception of late lactation for the Alpine breed that showed no significant difference. Fourth-order calving animals were more productive. The use of the proposed regression model in selection programs is indicated, as well as selection and management strategies should be implemented considering the environmental components of the calving season and the reproductive age of the animals.

Keywords: Goat breeding. Modeling. Milk production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de leite (kg), real e estimada pelo modelo de regressão não linear de cabras das raças Saanen e Alpinas de acordo com o estágio de lactação (dias)	18
Tabela 2 - Coeficiente de determinação ajustado (R_a^2), componentes da curva de lactação e equações considerando a raça estimados pela equação gama incompleta	19
Tabela 3 - Matriz de correlação entre os parâmetros estimados pelo modelo de lactação considerando a raça Saanen	20
Tabela 4 - Matriz de correlação entre os parâmetros estimados pelo modelo de lactação considerando a raça Alpina	20
Tabela 5 - Componentes da curva de lactação e equações considerando todas as lactações e as lactações por raça	21
Tabela 6 - Produção inicial, aos 91 dias, produção de leite total e duração de lactação de caprinos leiteiros no brejo paraibano.....	22
Tabela 7 - Média de produção de leite (kg), coeficiente de variação (%), produção total (kg) nas diferentes fases de lactação e duração de lactação (dias) de cabras Saanen e Alpinas na estação das águas e seca.....	23
Tabela 8 - Média de produção de leite (kg), coeficiente de variação (%) nas diferentes fases de lactação, produção total (kg) e duração de lactação (dias) em função da ordem de parto, no Brejo paraibano.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Caprinocultura leiteira	11
2.2 Curva de lactação	12
2.3 Método de estimativa da curva de lactação de Wood (1967).....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

O rebanho mundial de caprinos conta com pouco mais de 1 trilhão de cabeças, sendo a China, Índia, Nigéria, Paquistão e Bangladesh os cinco países com maior percentual (CARNEIRO JÚNIOR *et al.*, 2016). O Brasil ocupa a 21ª colocação com mais de 12 milhões de animais, aproximadamente 1% do total mundial. O Nordeste é de longe a região com maior efetivo do rebanho caprino do Brasil com cerca de 11 milhões de cabeças (95% do total), grande parte desse rebanho está localizado na região semiárida do bioma caatinga. Já o estado da Paraíba ocupa o 5º lugar dentro dessa região com 6,11% do total do rebanho, ficando atrás apenas da Bahia, Pernambuco, Piauí e Ceará (IBGE, 2020).

A produção de leite caprino mundial em 2016 foi de 15 milhões de toneladas, sendo a Índia, Sudão, Bangladesh, Paquistão e França os maiores produtores (EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS, 2019). O Brasil possui uma produção média de 253 mil toneladas de leite anuais (15º maior produtor de leite caprino), concentrando essa produção na região nordeste, onde destaca-se o estado da Paraíba como maior produtor de leite, seguido do estado da Bahia, Minas, Pernambuco e Rio Grande do Norte, enfatizando assim a importância da caprinocultura leiteira como uma atividade fundamental para a região semiárida (IBGE, 2017).

Diversas raças são utilizadas no Brasil com aptidão para a produção de leite, ganhando destaque a raça Saanen e Alpina, ambas originárias da Suíça e difundidas em todo o território brasileiro, inclusive na região nordeste, por apresentarem alta produção de leite e composição satisfatória para a produção de queijos e outros derivados do leite na indústria láctea (MELO *et al.*, 2020).

O conhecimento da produção de leite é uma das características mais importantes para a eficiência do rebanho leiteiro. O controle leiteiro é uma prática de pesagem e acompanhamento da produção de leite essencial para o gerenciamento da propriedade que busca estabelecer critérios para descarte orientado de matrizes, avaliar as progênes dos animais mais produtivos e conhecer a curva de lactação e seus componentes, para que se possa tomar as melhores decisões no melhoramento do rebanho (CARNEIRO JÚNIOR *et al.*, 2016).

Na espécie caprina a curva de lactação pode ser observada com três fases principais: a) fase inicial da produção de leite; b) produção máxima atingida no pico de lactação; c) fase final da produção de leite até a secagem. O formato da curva de lactação pode sofrer alterações em decorrência de alterações no pico de produção e duração da lactação, principalmente em virtude da raça, influenciando diretamente na produção de leite (GESTARO, 2019).

A definição da forma da curva de lactação é influenciada por fatores como a duração de

lactação, que é um componente diretamente relacionado a produção de leite, visto que lactações muito prolongadas podem afetar a eficiência reprodutiva da matriz, diminuindo seu potencial produtivo ao longo da vida (FONSECA, 2014).

Ultimamente, muitos modelos para definir e explicar a curva de lactação tem sido usado. A maioria destes modelos tem por finalidade melhorar os modelos clássicos propostos por Nelder (1966) e Wood (1967) incluindo cálculos para a determinação de parâmetros genéticos para fatores que descrevem a forma da curva de lactação. Anteriormente os controles de produções eram utilizados apenas para se calcular a produção total na lactação, porém a utilização do controle leiteiro semanal permite que animais com poucos controles possam ser avaliados, não sendo necessário aguardar o término da lactação, acelerando o processo de avaliação genética (SARMENTO *et al.*, 2006).

Portanto, sabendo da importância de se conhecer a curva de lactação de caprinos leiteiros, com este trabalho objetivou-se determinar os fatores que influenciam na curva de lactação, como também avaliar a eficácia do modelo de estimativa proposto por Wood (1967) para cabras leiteiras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Caprinocultura leiteira

No Brasil a pecuária caprina foi desvalorizada e associada por muitos anos aos setores desfavorecidos, subalternos e pobres, vista como uma atividade inviável e sem retorno econômico. Com as pesquisas e investimentos dos últimos anos a caprinocultura ganhou espaço na pecuária, trazendo desenvolvimento regional e econômico, enaltecendo seus valores regionais associados a capacidade desses animais em adaptar-se as condições edafoclimáticas do Nordeste (FREITAS, 2020).

A caprinocultura vem ganhando destaque como uma das atividades pecuárias mais importantes do agronegócio no Brasil, deixando de ser vista apenas como atividade de subsistência e assumindo um importante papel, principalmente no Nordeste brasileiro, como fonte de renda essencial para essa região (NUNES *et al.*, 2018).

Cerca de 95% do rebanho caprino nacional encontra-se localizado na região nordeste, sendo o estado da Paraíba o maior produtor de leite de cabra (IBGE, 2020), recebendo desde o ano de 2000 diversos incentivos, onde destaca-se o “Programa do Leite” promovido pelo governo estadual que compra, beneficia e distribui o leite a famílias carentes do Cariri e Sertão Paraibano (RIET-CORREA *et al.*, 2013).

O cenário da pecuária vem mudando e traz a necessidade de implementar inovações tecnológicas que busquem melhorias na qualidade dos produtos, mais respeito ao meio ambiente e aumento da produtividade. Estudos são realizados frequentemente buscando observar características importantes da cadeia produtiva da caprinocultura, desse modo direciona-se a produção do rebanho conforme os objetivos específicos considerando as necessidades do mercado consumidor (TEIXEIRA *et al.*, 2013).

A utilização da escrituração zootécnica deve ser realizada em todos os sistemas de produção, permitindo que as informações produtivas dos animais sejam observadas e registradas constantemente, onde, em rebanhos com finalidade leiteira, destaca-se o uso do controle leiteiro como instrumento de tomada de decisão na propriedade, orientando o manejo nutricional, o descarte dos animais menos produtivos e a seleção daqueles que sejam comprovadamente melhoradores do rebanho. Dessa forma, os dados obtidos com o controle leiteiro podem avaliar importantes indicativos na produção de leite, como a curva de lactação individual dos animais e, conseqüentemente, de todo o rebanho (GALINDO, 2018).

2.2 Curva de lactação

Na caprinocultura leiteira, o conhecimento sobre a curva de lactação torna-se indispensável, uma vez que possibilita avaliar os fatores ambientais e genéticos que são relacionados aos componentes da produção de leite, como o tempo de pico, duração do pico, persistência de lactação e produção máxima (FONSECA 2014).

A avaliação adequada da curva de lactação traz resultados benéficos ao sistema de produção, auxiliando nas decisões de descarte de acordo com os dados observados dos animais, uma vez que o descarte precoce de cabras que apresentam baixa produtividade no rebanho reduz custos que o sistema de produção teria com essa matriz e melhora os índices produtivos e reprodutivos (SILVA *et al.*, 2021).

O ideal para se obter uma curva de lactação mais equilibrada no sistema de produção é possuir uma maior persistência de lactação, com um pico mais tardio e produção não muito alta no pico de lactação, constituindo assim uma curva uniforme e constante (TORQUATO *et al.*, 2017).

Obter altos índices de produção de leite por dia pode trazer malefícios ao rebanho, uma vez que animais com altas produções diárias são mais susceptíveis a terem problemas de mastite devido ao seu alto esforço metabólico e maiores exigências nutricionais. Dessa forma, torna-se mais favorável obter um aumento na duração de lactação (SANTOS; SANTANA, 2011).

Estudos realizados na França utilizando um banco de dados genético constituído de 319.975 registros de lactações de 213.534 cabras da raça Saanen e Alpina proveniente de 910 rebanhos coletados desde o ano de 1989, mostraram que a curva de lactação de ambas as raças apresentam variabilidades em decorrência do ambiente em que esses animais estão inseridos, sendo, estágio de lactação, mês e idade ao parto, os principais fatores ambientais a influenciar a curva de lactação (ARNAL; ROBERT-GRANIÉ; LARROQUE, 2018).

2.3 Método de estimativa da curva de lactação de Wood (1967)

Diversas funções buscam interpretar a curva de lactação dos animais, à medida que se deseja entender seu funcionamento e prever seus resultados. As funções de covariância estão assumindo importante papel nessas avaliações, uma vez que possibilitam a utilização de medidas coletadas em qualquer ponto da curva, com resultados mais precisos das características estudadas (ASSIS *et al.*, 2006).

Avaliações genéticas frequentemente utilizam modelos estatísticos que buscam avaliar a produção de leite no dia do controle, os quais tornaram-se mais populares após a equação de

Wood (1967), objetivando descrever a variabilidade dos parâmetros genéticos ao longo da curva de lactação e prever os valores para a produção e persistência de lactação com base nas estimativas (ARNAL *et al.*, 2019).

Estudos realizados na Universidade Federal Rural do Pernambuco, utilizando a função de Wood (1967), avaliaram 20 cabras da raça Saanen, sendo 8 primíparas e 12 múltiparas com partos sincronizados para garantir lactações uniformes, obtiveram resultados satisfatórios na estimativa da curva de lactação, visto que apresentaram resultados semelhantes ao observado. Cabras múltiparas obtiveram maiores médias de produção de leite quando comparadas com cabras primíparas, confirmando a tendência de maiores produções de leite à medida que as glândulas mamárias se desenvolvem (CORREIA, 2019).

Ao avaliar a curva de lactação de 3558 ovinos da raça Lacaune utilizou-se o modelo de Wood (1967) para ajustar os dados e condensar o valor genético contido nas informações dos parâmetros da curva, enfatizando assim a importância e usabilidade dessa função gama incompleta, dentro de programas de melhoramento genético, que avaliam a herdabilidade de características produtivas nos animais (BORTOLUZZI, 2018).

Ainda é impreciso dizer que essa função seja totalmente eficaz para estimar a curva de lactação, como mostra um estudo realizado com 10 vacas pantaneiras, que avaliou a curva de lactação utilizando o modelo de Wood (1967), sendo essa uma equação reconhecida por sua capacidade de ajustar-se mesmo com baixo número de parâmetros, porém mostrou-se ineficiente na representação dessa curva, ficando em 5º lugar entre os modelos estatísticos avaliados (FRANCISCATTI *et al.*, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento foram utilizados dados referentes a 261 lactações de cabras, sendo 186 lactações de cabras da raça Saanen e 75 lactações da raça Alpina, coletados entre 2009 e 2021, pertencentes ao rebanho do Laboratório de Caprinocultura e Ovinocultura da Universidade Federal da Paraíba, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, localizado no município de Bananeiras, Estado da Paraíba, microrregião do Brejo Paraibano. A altitude local é de 552 m, situando-se entre as coordenadas geográficas 6°41'11'' de latitude sul e 35°37'41'' de longitude, a Oeste de Greenwich, com clima quente e úmido. A temperatura da região varia entre a máxima de 36 °C e a mínima de 18 °C com precipitação média anual de 1300 mm.

Os animais são criados em sistema intensivo, alimentando-se de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) e concentrado proteico. O sal mineral é fornecido a vontade em cochos. Utiliza-se o aleitamento artificial e o desmame é feito aos sessenta dias de idade. No sistema de reprodução realiza-se a monta controlada, com duas estações durante o ano.

O controle leiteiro foi realizado a cada sete dias, em duas ordenhas diárias, com intervalo aproximado de 10 horas entre elas. A produção de leite foi anotada em fichas individuais contendo dados referentes à vida reprodutiva de cada animal. A partir das fichas de produção e reprodução editou-se um arquivo contendo a identificação da cabra, identificação da mãe, identificação do pai, data de nascimento, data de parto, produção de leite diária e a data do controle leiteiro. Foram eliminados do arquivo animais com número de controles inferior a quatro, com produções abaixo da média e aqueles que apresentaram algum problema durante a lactação, não sendo possível completar o ciclo.

Para ajustar as lactações, tanto para a curva média como para as lactações individuais foi utilizado a função Gama Incompleta (Wood, 1967).

$$Y = a_0 X^{a_1} e^{-a_2 x}$$

O ajuste para a curva média foi realizado usando a média diária de produção de leite em cada estágio da lactação e usando todas as produções em cada estágio, de acordo com a raça avaliada (Saanen e Alpina). Para as lactações individuais, o ajuste foi realizado considerando a produção de leite em dias. Para esta função, Y representa a produção de leite (kg); a_0 corresponde a produção inicial da cabra; a_1 equivale a taxa média de aumento da produção até atingir o pico; a_2 representa a taxa média de declínio na produção após atingir o pico de lactação.

Os parâmetros da função foram estimados por meio do procedimento PROC NLIN (SAS, 2012) com técnicas não lineares, via processo iterativo do método modificado de Gauss-Newton.

A qualidade do ajuste da função foi testada de acordo com:

a) Coeficiente de determinação ajustado: Segundo Afifi e Clark (1984); Draper e Smith (1981)

$$R_a^2 = \frac{(n-1)R^2 - p}{n - p - 1}$$

Em que R_a^2 = coeficiente de determinação ajustado; p= número de parâmetros do modelo; n= número de observações; R^2 = coeficiente de determinação;

b) Desvios entre as produções de leite totais observadas (PL) e estimadas (PLE): A produção total observada será obtida pelo método escada corrigido (Bianchini Sobrinho, 1988) de acordo com:

$$PL = Y_1 X_1 + \sum y_i x_i + Y_n X_n$$

Em que: Y_1 = produção diária de leite no primeiro controle; X_1 = amplitude do intervalo entre o início da lactação e o primeiro controle; n = número de dias em lactação no último controle; y_i = produção diária de leite no i-ésimo controle; x_i = amplitude do intervalo entre controles; Y_n = produção diária de leite no último controle; X_n = amplitude do intervalo entre o último controle e o final da lactação. As produções totais estimadas pelas funções serão obtidas pela somatória das produções estimadas em cada dia de lactação, sendo os desvios dados por:

$$Desvio(\%) = \frac{(PL - PLE) \times 100}{PL}$$

c) Estimativas de tempo de pico (TP), produção no pico (PP) e persistência de lactação (S): As funções dos parâmetros como tempo de pico (TP), produção no pico (PP) e persistência de lactação (S) serão estimadas de acordo com:

$$TP = \frac{a_1}{a_2}$$

$$PP = a_0 \left(\frac{a_1}{a_2} \right)^{a_1} e^{-a_1}$$

$$S = -(a_1 + 1) \ln a_2;$$

As variáveis a_0 , a_1 e a_2 são parâmetros da curva estimados pelo modelo de regressão não linear utilizado.

Após as estimativas dos parâmetros, foram avaliadas as influências dos fatores não genéticos sobre produção de leite total (PLT) e os parâmetros estimados pela função Gama Incompleta. Os fatores utilizados para compor as fontes de variações dos efeitos ambientais foram: ano de parto (2009, ..., 2021), estação de parto (1 = águas e 2 = seca) e ordem de parto (1 a 8). O modelo estatístico usado para verificar quais os fatores ambientais que poderiam influenciar a forma da curva de lactação foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_j + O_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = observação (produção total de leite, estimativa dos parâmetros do modelo matemático); μ = constante comum a todas as observações; A_i = efeito do ano de parto ($i = \dots, 2021$); E_j = efeito da estação de parto ($j = \text{águas, seca}$); O_k = efeito da ordem de parto ($k = 1, 2, \dots, 8$); ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os valores referentes a média de produções de leite (kg), real e estimada pelo modelo de regressão não linear de cabras leiteiras, como também a produção de leite total (PT) e duração de lactação (DL), das lactações observadas entre os anos de 2009 e 2021, contando assim com 186 lactações de cabras da raça Saanen e 75 lactações de cabras da raça Alpina, criadas nas condições do brejo paraibano (Tabela 1).

Tabela 1. Produção de leite (kg), real e estimada pelo modelo de regressão não linear de cabras das raças Saanen e Alpinas de acordo com o estágio de lactação (dias)

Produção (Dias)	Saanen			Alpina		
	Controles	Média Real (kg)	Média Estimada (kg)	Controles	Média Real (kg)	Média Estimada (kg)
P1	186	1,76	1,76	75	1,57	1,58
P35	176	1,69	1,64	75	1,51	1,48
P63	171	1,40	1,49	72	1,24	1,34
P91	136	1,44	1,35	64	1,29	1,20
P119	117	1,34	1,23	55	1,18	1,08
P147	99	1,07	1,11	54	0,91	0,97
P175	87	1,00	1,00	52	0,83	0,86
P203	74	0,93	0,91	44	0,80	0,77
P231	69	0,81	0,82	41	0,66	0,69
PT	186	490,74	327,38	75	457,78	287,15
DL	186	163,35	-	75	170,63	-

PT: produção de leite total; DL: duração de lactação; Produção (dias): P + número de dias em lactação

Considerando os valores estimados de produção de leite (kg) pelo modelo de regressão de Wood (1967), percebe-se que houve um ajuste satisfatório, pois os resíduos verificados, isto é, as diferenças entre as produções reais e as produções estimadas são muito próximas, apresentando uma maior estabilidade para a lactação de cabras Saanen. Este fato deve estar ligado ao maior número de controles observados para esta raça (Tabela 1).

O número de controles diminuiu com o passar dos dias de lactação em decorrência da retirada de dados dos animais que apresentaram diminuição acentuada na produção de leite, ocasionada por problemas produtivos ou de saúde, também foram desconsiderados dados de animais que vieram a óbito durante o período produtivo.

Diante dos resultados observa-se que as cabras da raça Saanen foram mais produtivas do que as cabras da raça Alpina durante toda a curva de lactação. Essa tendência segue as descritas por Soares Filho *et al.* (2001) que utilizou 298 controles de lactação coletados entre os anos de 1995 a 1997 de cabras da raça Saanen, Alpina, Toggenburg e mestiças, provenientes de duas propriedades distintas localizadas no Distrito Federal, onde constatou uma produção

média total da raça Saanen superior as demais. Porém, pesquisas realizadas por Irano *et al.* (2012) avaliaram 988 lactações da raça Saanen e Alpina oriundas de 24 rebanhos localizados nos estados de São Paulo e Minas Gerais entre os anos de 1999 e 2004, no qual ambas as raças mostraram um potencial semelhante ao avaliar a produção de leite acumulada até 305 dias (P303).

Os componentes da curva de lactação estimados pela equação gama incompleta e equações considerando a raça com a substituição dos resultados estimados, como também o coeficiente de determinação ajustado (R_a^2) para cada raça (Tabela 2). Observa-se que os valores de α_0 , que são relacionados às produções iniciais, foram semelhantes aos valores reais observadas para os dois grupos genéticos, como pode ser notado na Tabela 1. Isto demonstra a eficiência deste modelo na descrição da curva média de lactação. Os valores de α_1 e α_2 , que correspondem, respectivamente, a taxa média de aumento da produção até atingir o pico e a taxa média de declínio na produção após atingir o pico, foram maiores para a raça Alpina indicando que para essa raça as taxas são mais elevadas para ajustar a estimativa de produção por meio da equação de Wood (1967).

Tabela 2. Coeficiente de determinação ajustado (R_a^2), componentes da curva de lactação e equações considerando a raça estimados pela equação gama incompleta

Raça	α_0	α_1	α_2	R_a^2	Equação
Saanen	1,7657	0,0154	0,0037	0,79	$Y = 1,7657X^{0,0154}e^{-0,0037x}$
Alpina	1,5860	0,0218	0,0041	0,81	$Y = 1,5860X^{0,0218}e^{-0,0041x}$

$Y = 1,7657X^{0,0154}e^{-0,0037x}$: equação de Wood (1967) com a substituição dos componentes da curva de lactação encontrados de acordo com a raça.

Avaliando a qualidade do ajuste para a curva média na lactação de cabras Saanen e Alpinas observou-se que o modelo apresentou ajuste satisfatório, tendo em vista que os valores de ajuste foram de 0,79 na curva de lactação de cabras Saanen e 0,81 na curva de lactação das cabras Alpinas, uma vez que, quando mais próximo do número 1 for o resultado, mais eficiente é o ajuste (Tabela 2).

Analisando a matriz de correlação entre as estimativas dos parâmetros do modelo Gama Incompleto para cabras Saanen (Tabela 3), observa-se que quanto mais próximo de 1 (um) maior a correlação entre os parâmetros, podendo ser uma correlação positiva quando um dado tem alteração positiva em correlação ao outro (quando um dado tem seu valor alterado, o outro também se altera positivamente), ou negativa quando possui uma correlação inversa (quando um dado tem elevação nos valores, o outro tem diminuição).

Produções iniciais (α_0) altas influenciam a taxa de aumento da produção (α_1) a serem

mais baixas, seguindo a mesma tendência para a taxa de declínio, mas com menor influência. A matriz de correlação para a raça Saanen apresentou a propensão já esperada, visto que o conjunto de dados mostrou que a maioria dos animais que possuem uma alta produção inicial apresentam uma taxa de aumento menor, sendo esses parâmetros inversamente proporcionais (-0,89). A taxa de declínio mostrou a mesma tendência de correlação negativa entre os parâmetros, porém com menor influência (0,52).

Tabela 3. Matriz de correlação entre os parâmetros estimados pelo modelo de lactação considerando a raça Saanen

Parâmetro	α_0	α_1	α_2
α_0	1	-0,89	-0,52
α_1	-0,89	1	0,81
α_2	-0,52	0,81	1

A correlação entre os parâmetros para a raça Alpina seguiu praticamente os mesmos resultados obtidos para as cabras da raça Saanen (Tabela 4). Observa-se que α_1 e α_2 apresentaram uma correlação positiva, uma vez que a taxa de aumento se eleva para atingir o pico e proporcionalmente a taxa de declínio será maior em decorrência dessa elevação (0,81).

Tabela 4. Matriz de correlação entre os parâmetros estimados pelo modelo de lactação considerando a raça Alpina

Parâmetro	α_0	α_1	α_2
α_0	1	-0,89	-0,51
α_1	-0,89	1	0,81
α_2	-0,51	0,81	1

São apresentados os dados referentes aos componentes da curva de lactação e suas respectivas equações considerando todas as lactações e as lactações por raça (Tabela 5). Observou-se que o tempo de pico foi atingido, para as duas raças, já na primeira semana de lactação, mais precisamente cinco dias após a parição. A produção no pico foi estimada próximo aos valores reais observados no primeiro controle.

Esses valores são coerentes, tendo em vista que em ambientes tropicais os animais apresentam pico de produção no início da lactação, assim como foi observado por Ribeiro *et al.* (2004) quando avaliou 866 lactações de 366 cabras mestiças das raças Alpina e Gurgueia pertencentes ao banco de dados da Fazenda Carnaúba na cidade de Taperoá na Paraíba, no qual relata estimativas utilizando o modelo gama incompleto de produção inicial de 1,83 kg/dia, produção no pico de 1,90 kg/dia e tempo de pico de 4,64 dias, dados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Tabela 5. Componentes da curva de lactação e equações considerando todas as lactações e as lactações por raça

Raça	TP (dias)	PP (kg)	S (dias)	PT (kg)	PTE (kg)	Desvio (%)
Saanen	4,20	1,78	5,69	490,74	327,38	33,29
Alpina	5,31	1,61	5,61	457,78	287,15	37,27

TP: tempo de pico; PP: produção no pico, S: persistência de lactação; PT: produção total observada; PTE: produção total estimada.

Avaliando a persistência de lactação (Tabela 5), este componente apresentou praticamente a mesma magnitude para as duas raças (aproximadamente 5,65 dias). Em outro trabalho, Ribeiro e Pimenta Filho (1999) avaliaram a persistência de lactação utilizando os dados citados da Fazenda Carnaúba, no qual obtiveram resultados variando entre 5,84 e 6,66 dias de persistência, mostrando assim que são valores equivalentes a produção das matrizes avaliadas.

Com relação à estimativa de produção total de leite, observou-se que o modelo subestimou este componente, sendo aproximadamente 34% menor do que a produção real para as cabras da raça Saanen e 38% menor para as cabras da raça Alpina. Este fato deve estar relacionado com a diminuição de controles ao longo das lactações. Espera-se que ao se padronizar geneticamente um rebanho as estimativas dos componentes da curva de lactação possam apresentar uma maior acurácia.

Resultados inferiores de produção foram obtidos por Santos e Santana (2011) ao avaliarem 20 lactações de cabras da raça Alpina referente aos anos de 2003 e 2004 na cidade de Amélia Rodrigues – BA, onde a produção total de leite foi de 421,96 kg com uma duração de lactação de 205,64 dias, enquanto que no presente trabalho foi encontrada uma média de produção de leite total de 490,74 kg com duração de lactação de 163,35 dias para a raça Saanen e 457,78 kg e duração de lactação de 170,63 para a raça Alpina. A maior produção de leite em menos dias contatada nesse trabalho pode ser em decorrência do sistema de produção utilizado ser o regime intensivo, enquanto que o sistema de produção utilizado por Silva e Santana (2011) foi o sistema semi-intensivo.

São apresentadas as produções de leite inicial (kg), produção aos 91 dias de lactação (kg), produção de leite total (kg) e duração de lactação (dias) correspondentes aos anos da tomada de dados (Tabela 6). Pode-se observar maiores produções iniciais nos anos de 2011 e 2016, juntamente com a produção aos 91 dias que apresentou maior produção no ano de 2016. A produção de leite total seguiu a mesma tendência para produção inicial e produção aos 91 dias, com produções altas nos anos de 2011 e 2016, enquanto que a duração de lactação obteve

maior período de dias nos anos de 2012, 2011 e 2010, não possuindo diferença significativa entre eles.

Percebe-se que os anos de 2011 e 2016 mostraram-se significativos para os dados observados, esse fato deve estar ligado a seleção de animais mais produtivos aliados a melhorias de práticas de manejo empregadas no setor. Silva *et al.* (2009) também observou em seus estudos influência na produção média de leite de acordo com o ano de parto quando avaliou 51 cabras leiteiras da raça Saanen, Alpina, Alpina Americana, Toggenburg e Mestiças, totalizando 76 controles de lactações observados entre os anos de 2004 e 2008 na Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN – EMPARN, no estado do Rio Grande do Norte. Ressalta-se que tais resultados podem ser decorrentes de mudanças climáticas ocorridas ao longo do ano, assim como a qualidade e quantidade de alimento fornecido ao animal no período em questão.

Tabela 6. Produção inicial, aos 91 dias, produção de leite total e duração de lactação de caprinos leiteiros no brejo paraibano

Ano	P1	SD (±)	P91	SD (±)	PT	SD (±)	DL	SD (±)
2009	1,73abc	0,58	1,31bc	0,43	370,50bcd	138,61	176,17b	64,79
2010	1,64abc	0,52	1,45bc	0,52	429,13abc	125,73	262,35a	31,57
2011	2,20a	0,52	1,79b	0,90	547,16a	244,06	270,85a	72,52
2012	1,22c	0,42	0,73d	0,35	349,87cde	129,62	278,09a	52,08
2013	1,80abc	0,63	1,06cd	0,36	347,82cde	132,98	174,46b	19,99
2014	1,38c	0,72	1,23c	0,47	211,41ef	115,12	79,14c	34,15
2015	1,58abc	0,69	1,07cd	0,32	157,55fg	90,81	61,67d	26,89
2016	2,16ab	0,66	2,31a	0,51	523,68ab	137,45	131,00b	20,44
2019	1,44c	0,59	1,37bc	0,36	253,13def	114,52	81,67c	22,20
2021	1,48bc	0,77	-	-	104,80g	58,04	78,75c	6,20

P1: produção inicial (kg); P91: produção aos 91 dias (kg); PT: produção de leite total (kg); Duração de lactação (dias). Médias seguidas de letras diferente na coluna diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste t.

São exibidas as médias de produção de leite (kg), coeficiente de variação (%), produção total em diferentes fases de lactação (kg) e duração de lactação (dias) de cabras Saanen e Alpinas de acordo com a estação das águas e estação seca (Tabela 7). Observa-se que cabras da raça Saanen foram mais produtivas que cabras da raça Alpina em ambas as estações (águas e seca) no início, meio e final da curva de lactação.

Comparando a estação das águas com a estação seca observa-se que as duas raças apresentaram produções significativas na estação seca nas variáveis de início da lactação (dia 1), meio da lactação (dia 140) e final da lactação (dia 245), com exceção do final da lactação para a raça Alpina que não apresentou diferença significativa. Esse fato pode estar aliado ao

maior consumo de água por esses animais na época da seca em decorrência das altas temperaturas registradas nessa parte do ano, resultando assim, em uma maior produção diária de leite.

Irano *et al.* 2012 utilizou dados de 988 curvas de lactações de cabras da raça Saanen e Alpina controladas entre os anos de 1999 e 2004 provenientes de 24 rebanhos pertencentes aos estados de Minas Gerais e São Paulo, constando em seus estudos que o mês de parição influenciou significativamente a produção de leite acumulada aos 305 dias (P305). Porém, na região sudeste as estações são mais definidas e o ambiente sofre influência do fotoperíodo, podendo causar estacionalidade reprodutiva e produtiva nos caprinos, diferente da região nordeste que não sofre essa influência.

Observando a duração de lactação na época das águas e na época da seca, para ambas as raças percebemos que houve uma diferença significativa com maiores valores na época das águas, momento que possui maior disponibilidade de forragens de qualidade que consequentemente propicia lactações mais longas. A variável produção total de leite foi maior para as cabras Saanen na época das chuvas e para as cabras Alpinas não houve diferença significativa. Esse fato deve se dar pela época das águas apresentar maior disponibilidade de alimentos de qualidade, contribuindo assim para uma curva de lactação mais longa.

Tabela 7. Média de produção de leite (kg), coeficiente de variação (%), produção total (kg) nas diferentes fases de lactação e duração de lactação (dias) de cabras Saanen e Alpinas na estação das águas e seca

Variável	Saanen				Alpina			
	Águas		Seca		Águas		Seca	
	Média (kg)	CV (%)	Média (kg)	CV (%)	Média (kg)	CV (%)	Média (kg)	CV (%)
Início da Lactação	1,59b	36,63	1,84a	42,93	1,42b	41,66	1,71a	39,41
Meio da Lactação	0,92b	40,32	1,25a	77,91	0,78b	46,02	1,07a	65,51
Final da Lactação	0,73b	36,22	0,98a	53,34	0,68a	41,79	0,68a	23,24
Produção Total	404,40a	36,95	340,41b	65,21	398,79a	36,77	362,06a	49,22
Duração Lactação	251,77a	27,62	139,15b	56,23	256,54a	27,95	174,45b	44,75

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha e para mesma raça diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Estratégias de manejo alimentar e reprodutivo devem ser implementadas a fim de se obter produções durante todo o ano. Desta forma a indicação de que as maiores produções ocorrem em animais paridos na estação seca deve ser considerada para um correto manejo nutricional e reprodutivo.

Apresenta-se os valores de produção de leite (kg), coeficiente de variação (%), produção total (kg) e duração de lactação (dias) em função da ordem de parto (Tabela 8). Observou-se que, apesar de não se obter efeito significativo entre as médias, a fase de início da lactação apresentou um crescimento na produção de acordo com avanço das ordens de parto, obtendo as maiores médias ao atingir a 4ª ordem de parto. A produção total seguiu essa mesma tendência e obteve maior média também na 4ª ordem de parto, enquanto que a duração de lactação da 1ª ordem de parto apresentou-se superior as outras.

A tendência de maiores produções na 4ª ordem de parto deve estar ligada ao pleno desenvolvimento da glândula mamária, momento que se deve indicar programas de seleção de animais a partir da 4ª ordem de parto e que estejam em início ou no máximo no meio da lactação, pois em média os animais apresentam produções semelhantes no final da lactação.

Tabela 8. Média de produção de leite (kg), coeficiente de variação (%) nas diferentes fases de lactação, produção total (kg) e duração de lactação (dias) em função da ordem de parto, no Brejo paraibano

Variável	Ordem de Parto							
	1ª		2ª		3ª		4ª	
	Média (kg)	CV (%)	Média (kg)	CV (%)	Média (kg)	CV (%)	Média (kg)	CV (%)
Início da Lactação	1,58	47,93	1,72	33,10	1,93	39,78	2,12	29,71
Meio da Lactação	0,93	78,67	1,05	66,28	0,99	72,88	1,20	57,14
Final da Lactação	0,65	40,48	0,85	36,04	0,90	56,21	0,78	36,77
Produção Total	375,47	47,22	444,08	38,06	412,41	43,73	492,70	33,29
Duração Lactação	249,87	27,59	228,75	27,15	192,11	41,46	240,86	21,72

Resultados diferentes foram encontrados por Gestaro *et al.* (2021) ao analisar 317 lactações de cabras Saanen observadas entre 2006 e 2017, provenientes do banco de dados de uma propriedade localizada no município de São Francisco de Paula no estado do Rio Grande do Sul, no qual constatou maior produção de leite na 3ª ordem de parto, passando em seguida por uma diminuição gradativa na produção média diária das ordens de parto seguintes. Essa diferença no desenvolvimento pleno da glândula mamária das matrizes avaliadas com o presente trabalho pode ser em decorrência do ambiente em que esses animais são criados, visto que Gestaro *et al.* (2021) avaliou cabras Saanen criadas no Rio Grande do Sul e o atual trabalho avaliou cabras Saanen e Alpinas criadas no Brejo Paraibano.

5. CONCLUSÃO

O modelo de regressão proposto teve ajuste satisfatório ao predizer a curva de lactação de caprinos leiteiros, sendo indicado sua utilização em programas de seleção. Cabras da raça Saanen foram mais produtivas que cabras da raça Alpina em todas as fases de lactação.

As lactações sofreram influência significativa em decorrência dos fatores ambientais de ano de parto, estação de parto e ordem de parto. Estratégias de seleção e manejo devem ser implementadas considerando esses componentes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIFI, A.A.; CLARK, V. Computer aided multivariate analysis. **Lifetime Learning Publication**. Belmont, California. 458p. 1984.

ARNAL, M.; LARROQUE, H.; LECLERC, H.; DUCROCQ, V.; ROBERT-GRANIÉ, C. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds using a random regression test-day model. **Genetics Selection Evolution**, [S.L.], v. 51, n. 1, p. 43-51, 13 ago. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12711-019-0485-3>.

ARNAL, M.; ROBERT-GRANIÉ, C.; LARROQUE, H.. Diversity of dairy goat lactation curves in France. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 101, n. 12, p. 11040-11051, dez. 2018. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14980>.

ASSIS, G. M. L.; ALBUQUERQUE, L. G.; SARMENTO, J. L. R.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; LOPES, P. S.; RODRIGUES, M. T. Estimação de parâmetros genéticos em caprinos leiteiros por meio de análise de regressão aleatória utilizando-se a Amostragem de Gibbs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 706-714, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982006000300011>.

BORTOLUZZI, Claudio. **Análise de componentes principais dos valores genéticos dos parâmetros da curva de lactação de ovinos leiteiros**. 2018. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11350>. Acesso em: 26 abr. 2022.

CARNEIRO JUNIOR, J. M.; CAVALCANTE, F. A.; CARVALHO, B. P.; PINHEIRO, A. K. Controle leiteiro reduzido para propriedades leiteiras de economia familiar: características da tecnologia. Brasília, DF. **Embrapa Acre**. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/154393/1/26232.pdf>. Acesso em: 18 de mai de 2022.

CORREIA, Laiz de Souza. **Cabras Saanen Primíparas e Multíparas: prolificidade, produção e composição do leite e curva de lactação**. Prolificidade, produção e composição do leite e curva de Lactação. 2019. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/1754/1/tcc_laizdesouzacorreia.pdf. Acesso em: 11 maio 2022.

DRAPER, N.M.; SMITH, H. Applied Regression Analysis. 2. ed. **John Wiley & Sons**, New York, 1981.

EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. **Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos**. Produção Mundial. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/producao-mundial>. Acesso em: 11 mai de 2022.

FONSECA, M. V. **Persistência de lactação e composição do leite de cabras Saanen alimentadas com rações formuladas por diferentes comitês** [Dissertações de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais]. 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-BCDJAP>. Acesso em: 25 de abr de 2022.

FRANCISCATTI, P. M. L.; FRAN, F. C.; OLIVEIRA, M. V. M.; LUZ, D. F.; MARCATTI,

G. E. Curva de lactação de vacas da raça Pantaneira no alto Pantanal Sul-Mato-Grossense/Brasil: características e ajuste de modelos. **Julio-Diciembre 2021**, [S.L.], v. 29, n. 3-4, p. 129-138, 25 jun. 2021. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). <http://dx.doi.org/10.53588/alpa.293406>.

FREITAS, V. M. 'Admirável Bode Novo': regionalismo e ruralismo em defesa dacaprinocultura no semiárido nordestino. **Estudos Sociedade e Agricultura**, 28 (1), 109-135. 2020.

GALINDO, G. M. **Capril Inli**: a rotina de um sistema de produção de leite caprino. A rotina de um sistema de produção de leite caprino. 2018. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1084>. Acesso em: 26 abr. 2022.

GESTARO, V. B. **Análise da produção de leite de cabra de uma unidade produtiva no Rio Grande do Sul**. 2019. Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/236869>. Acesso em: 12 mai de 2022.

GESTARO, V. B.; MORAES, J. F. D.; SCHMIDT, V. Análise da produção de leite de cabras Saanen. **Pubvet**. Londrina. Vol. 15, n. 4 (abr. 2021), a793, p. 1-7, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006 e 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rebanho de caprinos (Bodes e Cabras)**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/caprinos/br>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

IRANO, N.; BIGNARDI, A. B.; REY, F. S. B.; TEIXEIRA, I. A. M. D. A.; ALBUQUERQUE, L. G. (2012). Parâmetros genéticos para a produção de leite em caprinos das raças Saanen e Alpina. **Revista Ciência Agronômica**, 43, 376-381

MELO, S. A. F. et al. Principais raças caprinas leiteiras utilizadas para produção de queijo. Petrolina: Univasf, 2020. 16 p. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/00001a/00001a7a.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

NELDER, J. A. Inverse polynomials, a useful group of multi-factor response functions. **Biometrics**, 22:128, 1966.

NUNES, R. P.; SILVA, M. J.; SILVA, B. M. O cooperativismo e caprinocultura como estratégia de fortalecimento da agricultura familiar. *Diversitas Journal*. V. 3, n 3, 901-908, 2018.

RIBEIRO, M. N.; EL FARO, L.; PIMENTA FILHO, E. C. P.; ALBUQUERQUE, L. G. Modelos matemáticos para o ajuste da curva de lactação de cabras mestiças no Cariri Paraibano. **ARS Veterinária**, V. 20, n. 3, 276-282, 2004.

RIBEIRO, M.N; PIMENTA FILHO, E.C. Estudo de Efeitos Ambientais que Influem na Forma da Curva de Lactação de Cabras Mestiças no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 28, n. 4, p.868-874, 1999.

RIET-CORREA, B. *et al*. Sistemas produtivos de caprinocultura leiteira no semiárido

paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s. l], v. 33, n. 3, p. 345-352, mar. 2013.

SARMENTO, J. L. R.; REIS FILHO, J. C.; ALBUQUERQUE, L. G. et al. Avaliação genética de caprinos da raça Alpina utilizando-se a produção de leite no dia do controle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.443-451, 2006.

SAS Institute Inc. SAS/STAT User's guide. **Cary, North Caroline**: SAS Institute Inc., 2012.

SANTOS, C.M.S. e SANTANA, A.F. Produção de leite e duração da lactação de cabras da raça Pardo-alpina no município de Amélia Rodrigues – BA. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 25, Ed. 172, Art. 1162, 2011.

SILVA, I.W.H.; MOURA, J.F.P.; SANTOS JÚNIOR, E.; PEREIRA FILHO, J.M.; OLIVEIRA, J.P.F.; DIAS-SILVA, T.P.; BEZERRA, L.R.. Dairy goat production in the semi-arid region: productive and reproductive analysis, and the influence of the adoption of hygienic practices on milk quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 73, n. 5, p. 1147-1158, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12364>.

SILVA, V. N. *et al.* Influência da raça, ordem e ano de parto sobre a produção de leite caprino. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 3, n. 4, p. 146-150, 2009.

SOARES FILHO, G.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 133-140, 2001.

TEIXEIRA, I. A. M. et al. Inovações tecnológicas na caprinocultura. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 104-120, mar. 2013.

TORQUATO, I. A.; FARO, L. El; MASCIOLLI, A. S.. Desempenho produtivo e curva de lactação de animais mestiços holandês x gir na região agreste de Pernambuco. **Boletim de Indústria Animal**, [S.L.], v. 74, n. 1, p. 27-35, mar. 2017. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v74n1p27>.

WOOD, P. D. P. 1967. **Algebraic model of the lactation curve in cattle**. Nature, 216:164, 1967.