

LÚCIO VIOLIN JUNQUEIRA

ESTUDO DE CURVAS DE LACTAÇÃO DE VACAS HOLANDESAS EM
ALGUNS REBANHOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS ATRAVÉS DE
UMA FUNÇÃO GAMA INCOMPLETA.

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de
concentração em Produção de Bovinos, para
obtenção do título de "Mestre".

Orientador :

Prof. ROGÉRIO SANTORO NEIVA

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1994

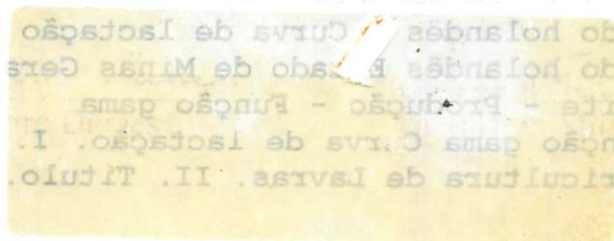
LÚCIO VIOLIN JUNQUEIRA

**ESTUDO DE CURVAS DE LACTAÇÃO DE VACAS HOLANDESAS EM
ALGUNS REBANHOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS ATRAVÉS DE
UMA FUNÇÃO GAMA INCOMPLETA.**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de
concentração em Produção de Bovinos, para
obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. ROGÉRIO SANTORO NEIVA



LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1994

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da ESAL

Junqueira, Lucio Violin.

Estudo de curvas de lactação de vacas holandesas em alguns rebanhos do Estado de Minas Gerais através de uma função gama incompleta. / Lucio Violin Junqueira. --Lavras : ESAL, 1994.

45p. : il.

Orientador: Rogério Santoro Neiva.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Curva de lactação - Função gama.
2. Gado holandês - Curva de lactação - Função gama.
3. Gado holandês Estado de Minas Gerais.
4. Leite - Produção - Função gama.
5. Função gama Curva de lactação. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-636.23

LÚCIO VIOLIN JUNQUEIRA

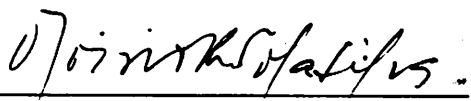
**ESTUDO DE CURVAS DE LACTAÇÃO DE VACAS HOLANDESAS EM
ALGUNS REBANHOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS ATRAVÉS DE
UMA FUNÇÃO GAMA INCOMPLETA.**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de
concentração em Produção de Bovinos, para
obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 30 de setembro de 1994



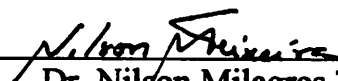
Prof. Ruben Dely Veiga



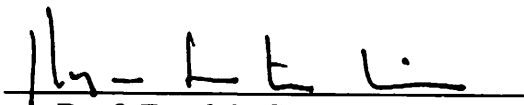
Prof. Aloisio Ricardo Pereira da Silva



Dr. Marcus Cordeiro Durães



Dr. Nilson Milagres Teixeira



Prof. Rogério Santoro Neiva
(Orientador)

Aos meus pais, José Geraldo e Angélica,
Pelo carinho e incentivo ao longo de
minha formação acadêmica,
OFEREÇO.

...Eu vi
coberta de bezerros
apartados.
Berreiro. Terneiros.
Cheirando, cabritando, marrando.
Bezerro novo, moinho.
Boca de bezerro - cheiro de menino
boca de menino - cheiro de bezerro,
mamando, chupando...

Cora Coralina.

A todos aqueles que me estenderam as mãos, como fonte de luz,
em especial às minhas irmãs Eliane e Patrícia,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos:

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, EMBRAPA/CNPGL;

À Associação Mineira de Criadores de Gado Holandês;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES;

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Zootecnia, ESAL;

Ao orientador - Prof. Rogério Santoro Neiva, ESAL;

Aos conselheiros - Prof. Ruben Delly Veiga, ESAL;

- Prof. Aloisio Ricardo Pereira da Silva, ESAL.;

- Dr. Marcus Cordeiro Durães, EMBRAPA/CNPGL;

- Dr. Nilson Milagres Teixeira, EMBRAPA/CNPGL;

Aos pesquisadores - Dr. Ary Ferreira de Freitas, EMBRAPA/CNPGL;

- Dr. José Valente, EMBRAPA/CNPGL;

À Prof^ª Denise Garcia Santana, ESAL;

Ao Prof. Noel de Souza Sampaio, Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba, FAZU;

À Prof^ª Antônia de Maria R. Zabin, FAZU;

Ao amigo Paulo de Tarso Cardoso Nobre;

Aos colegas do Curso de Mestrado em Zootecnia;

A quantos o ajudaram anonimamente, a fim de que chegasse ao término de seu Curso.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Algumas equações matemáticas propostas para descrever a curva de lactação	3
2.2 Considerações sobre o pico de produção, a persistência e a produção máxima	5
2.2.1 Persistência	6
2.2.2 Momento em que ocorre o pico	7
2.2.3 Produção máxima	8
2.3 Alguns fatores que influenciam na forma da curva de lactação	8
2.3.1 Ano de parto	8
2.3.2 Estação de parição	9
2.3.3 Idade da vaca	10
2.3.4 Duração da lactação	10
2.3.5 Período de serviço	11
2.3.6 Região	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Fonte dos dados	12
3.2 Clima	12
3.3 Classificação dos dados	13
3.4 Método de análise	14
3.5 Modelo matemático	14

	Página
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Efeito do ano de parto sobre a forma das curvas de lactação	17
4.2 Efeito da estação de parição sobre a forma das curvas de lactação	21
4.3 Efeito da idade sobre a forma das curvas de lactação	25
4.4 Efeito da duração da lactação sobre a forma das curvas de lactação	30
4.5 Efeito do período de serviço sobre a forma das curvas de lactação	34
4.6 Efeito do núcleo ou região sobre a forma das curvas de lactação	37
5 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Resumo da análise de variância dos parâmetros A , b e c das curvas de lactação e do pico (P) para os diferentes efeitos estudados. ESAL, Lavras-MG, 1992	16
2 Resumo da análise de variância das características persistência (S), (P2:1) e (P3:1) e produção máxima (PM) para os diferentes efeitos estudados. ESAL, Lavras - MG, 1992	17
3 Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com os anos estudados	18
4 Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as estações do ano estudadas	22
5 Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para o pico (P) de acordo com as idades estudadas	26
6 Valores médios para as características persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as idades estudadas	27
7 Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as diferentes durações de lactação estudadas	30
8 Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com os diferentes períodos de serviço estudados	34
9 Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as diferentes regiões estudadas	38

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curvas de lactação de vacas holandesas, paridas nos anos de 1989, 1990 e 1991	20
2	Curvas de lactação para vacas holandesas, paridas na estação chuvosa e vacas paridas na estação seca	24
3	Curvas de lactação para vacas holandesas, paridas nas diferentes classes de idade	29
4	Curvas de lactação para vacas holandesas, com diferentes classes de duração da lactação, A de 20 a 49 meses, B de 50 a 79 meses, C de 80 a 109 meses e D de 110 a 134 meses ou mais	33
5	Curvas de lactação para vacas holandesas, em diferentes classes de período de serviço	36
6	Curvas de lactação para vacas holandesas, paridas nas diferentes regiões estudadas	41

RESUMO

JUNQUEIRA, Lúcio Violin. **Estudo das curvas de lactação de vacas holandesas de alguns rebanhos do estado de Minas Gerais, através de uma função gama incompleta**. Lavras: ESAL, 1994. 45p. (Dissertação - Mestrado em Produção de Bovinos).

Este trabalho tem o objetivo de analisar o comportamento da produção de leite durante a lactação e alguns parâmetros práticos, como: momento em que ocorre o pico da produção, persistência e produção máxima, além de alguns efeitos de meio ambiente estudados que exercem possível influência sobre estes como: ano de parto, estação do ano, idade da vaca, duração da lactação, período de serviço e regiões. Foram empregados dados de controles leiteiros mensais, correspondentes a 2036 lactações completas de vacas holandesas, provenientes dos arquivos zootécnicos da Associação de Criadores de Gado Holandês do Estado de Minas Gerais. No presente estudo, foi utilizada uma função gama incompleta, proposta por Wood (1967), através de um processo de linearização por transformação logarítmica, resultando na expressão $\log_e Y_n = \log_e a + b \log_e n + cn$, onde Y_n é a produção diária média no mês n ; e a , b , c são constantes que determinam a forma da curva de lactação. Os valores obtidos através de análise de

Orientador: Rogério Santoro Neiva. Membros da banca: Ruben Delly Veiga, Aloisio Ricardo Pereira da Silva, Marcus Cordeiro Durães e Nilson Milagres Teixeira

variância das regressões gerais determinaram que os anos de parto, as classes de duração da lactação e os núcleos influenciaram todos os parâmetros e características estudadas. A estação de parto não influenciou o parâmetro **A**, a persistência (**P3:1**) pelo método de Johanson e Hanson (1940) citados por Shimizu e Hachinoe (1983), e a produção máxima (**PM**). As classes de idade não exerceram influência sobre a medida de persistência (**P2:1**). Também as classes de período de serviço não atuaram sobre todos os parâmetros da curvas de lactação, bem como, sobre as características **P2:1** e **PM**.

SUMMARY

STUDY OF LACTATION CURVES OF HOLSTEIN COWS OF SOME HERDS OF THE STATE OF MINAS GERAIS THROUGH AN INCOMPLETE GAMMA FUNCTION.

The purpose of this research was to analyse the behaviour of milk yield over lactation length and some practical parameters such as: moment at which peak lactation occurs, persistency and maximum yield, besides some environmental effects studied which show possible influence on these such as: year of calving, season of the year, cow's age, length lactation, days open and regions. Data of monthly milk controls corresponding to 2.036 complete lactations of Holstein cows, from the zootechnical files of the Holstein Cattle Breeder's Association of the State of Minas Gerais were employed. In the present study, an incomplete gamma function, proposed by Wood (1967) was utilized, through a linearization process by means of logarithmic transformation, resulting in the expression $\log_e Y_n = \log_e a + b \log_e n + cn$, where Y_n is the average daily yield in month n and a , b and c , are constants which establish the shape of lactation curve. The values obtained through variance analysis of the general regressions, ascertain that the years of calving,

the age classes and the nuclei influenced all parameters the characteristics studied. The calving season did not influence both parameter (A) the persistency (**P3:1**) by Johanson and Hanson's method quoted by Shimizu and Hachinoe (1983), and the maximum production. The age classes did not influence the persistency measure (**P2:1**). Yet, the classes of days open did not act upon all parameters of lactation curve, as well as upon both characteristics (**P2:1**) and (**PM**).

1 INTRODUÇÃO

A raça holandesa, uma das mais difundidas em todo mundo, foi introduzida no Brasil na segunda metade do século passado por criadores dos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. Desde então, foi se expandindo para os demais estados.

As pesquisas com a raça holandesa estão bastante avançadas em alguns países de clima temperado, mas as regiões tropicais ainda são carentes em estudos, com objetivo de demonstrar a potencialidade desta raça.

Entende-se por curva de lactação a representação gráfica da produção de leite de uma vaca em função do tempo de lactação, normalmente 305 dias ou 10 meses. Geralmente a curva apresenta um segmento ascendente (período curto, com duração de aproximadamente 30 a 90 dias) que se inicia após o parto e vai até o pico de produção (produção máxima na lactação), quando começa um seguimento descendente (período longo) que termina com a secagem da vaca.

O estudo sobre curvas de lactação contribui para um melhor entendimento do sistema de produção e auxilia no planejamento da empresa rural, pois permite a previsão da produção em qualquer estágio da lactação. Isto facilita a previsão de

alimentos necessários, a identificação antecipada de animais de maior potencial produtivo, a seleção de machos e fêmeas, além da utilização de mais filhas na avaliação de touros.

O aspecto da curva de lactação apresenta uma conotação econômica importante, haja vista ser preferível um animal que produza a um nível moderado por um período prolongado a outro que tenha uma grande produção inicial, mas com um decréscimo mais rápido (Grossman, Kuck e Norton, 1986).

O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento da produção de leite, durante a lactação, através de uma equação que a represente, proposta por Wood (1967), além de avaliar efeitos de meio ambiente que exercem possível influência sobre os parâmetros da equação como: ano de parto, estação do ano, idade da vaca, duração da lactação, período de serviço e região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Algumas equações matemáticas propostas para descrever a curva de lactação.

Vários autores têm sugerido modelos matemáticos para representação gráfica da curva de lactação de uma vaca ou grupo de vacas, a partir de controles parciais, coletados durante o período de lactação, visando prever a produção total em cada estágio da lactação.

Brody, Ragsdale e Turner (1923) propuseram um modelo algébrico simples, para descrição da curva de lactação, cuja equação é:

$$Y_t = A e^{-kt} \quad (1)$$

em que, Y_t é a produção de leite no mês t ; A e k são parâmetros, sendo A produção de leite inicial ($t = 0$); k é a taxa de declínio por mês e e é a base dos logaritmos naturais.

Nelder (1966) descreveu a lactação através de uma curva Polinomial inversa, da seguinte forma:

$$Y_x = x (b_0 + b_1x + b_2x^2)^{-1} \quad (2)$$

onde Y_x é a produção na semana x ; e b_0 , b_1 e b_2 são constantes.

Segundo Wood (1967), esta equação produz um ajuste razoavelmente melhor da curva de lactação, quando comparado ao modelo (1).

Kumar e Bhat (1979), em estudos realizados com dados mensais de vacas holandesas no sudoeste de Queensland, determinaram que o modelo polinomial inverso se ajustava bem para lactações que se iniciam num nível baixo e atingem o pico mais cedo que a média.

Wood (1967) desenvolveu linhas de estudo diferentes: determinou que a produção aumenta rapidamente do parto até o pico e, depois, é seguida por um declínio. Segundo Wood, isto é essencialmente uma curva tipo gama que pode ser expressa pela função:

$$Y_n = a n^b e^{-cn} \quad (3)$$

em que Y_n é a produção média diária de leite em Kg medida no mês n de lactação; a , b e c são parâmetros, onde a representa a escala de produção inicial da vaca, b representa a taxa de aumento para a produção no pico, c determina a taxa de declínio após o pico; e é a base dos logaritmos naturais.

Os parâmetros podem ser definidas para qualquer lactação pelo método dos quadrados mínimos e a equação (3) é convertida em:

$$\log_e (Y_n) = \log_e a + b \log_e n - cn \quad (4)$$

que é uma equação de regressão linear múltipla, podendo as novas constantes serem submetidas à análise estatística.

Para Madalena, Martinez e Freitas (1979), modelos lineares tipo gama estão sendo preferidos para análises, em decorrência da validade geral que apresentam, sob circunstâncias variadas.

Congleton e Everett (1980), em trabalho realizado na Universidade de Cornell, ajustando um total de 49.633 curvas, utilizando lactações de vacas holandesas terminadas normalmente com, no mínimo, sete registros mensais determinaram que o ajuste de curvas gamas incompletas por regressão linear, após uma transformação logarítmica, tem a vantagem de exigir um menor tempo de computador, quando se trata de um grande número de lactações a serem analisadas; pois a análise não-linear é computacionalmente mais complexa e demorada, devida à utilização de processo iterativo, que pressupõe as estimativas iniciais dos parâmetros do modelo.

2.2 Considerações sobre o pico de produção, a persistência e produção máxima.

Em trabalhos sobre a curva de lactação, Wood (1967, 1968, 1969, 1970, 1972, 1976, 1980a, 1980b) relacionou efeitos práticos como o pico de produção, uma medida da produção máxima e da persistência, além de estudos de fatores de meio ambiente que influenciam sobre a forma da curva de lactação.

2.2.1 Persistência.

Wood (1967) definiu o pico de produção como sendo o tempo decorrido entre o início da lactação e a produção máxima. A partir deste ponto, caracterizou a persistência como o grau em que o pico é mantido em relação à taxa de declínio da produção.

A partir de seu modelo algébrico teórico, Wood (1967) equacionou a persistência como sendo:

$$S = -(b+1) \log c \quad (4)$$

Madalena, Martinez e Freitas (1979), em estudo de curvas de lactação de vacas holandesas e vacas holandesas - gir, da Estação Experimental Santa Mônica, estado do Rio de Janeiro, determinaram que a fase de declínio da lactação é aproximadamente linear.

Rao e Sundaresan (1982), estudando fatores que afetam a forma da curva de lactação em vacas mestiças Friesian x Sahiwal, determinaram que a persistência da lactação é inversamente proporcional à taxa de declínio; este fator, associado ao pico de produção, determina em grande parte o formato da curva de lactação.

Jonhanson e Hansson (1940), citados por Shimizu e Hachinohe (1983), representaram um dos primeiros métodos de medida de persistência através da relação **P2:1** que é a produção dos segundos 100 dias de lactação dividida pela produção dos

primeiros 100 dias; e **P3:1** que é a produção dos terceiros 100 dias dividida pela produção dos primeiros 100 dias.

Pedraza e Rodríguez (1988), em estudos efetuados na Estação Experimental de La Platina (INIA), em Santiago, Chile, com vacas holandesas, concluíram que a utilização dos métodos de medida de persistências (**P2:1**) e (**P3:1**) resulta em valores expressos em porcentagem de fácil compreensão.

Costa et al. (1982), utilizando informações de vacas holandesas em Betim, Zona Metalúrgica do estado de Minas Gerais, determinaram que os valores da persistência são maiores para terceiras lactações do que segundas lactações, e que as primeiras lactações foram as mais persistentes, apesar de apresentarem produções iniciais mais baixas.

Madsen (1975), em estudos de medidas de persistência em vacas leiteiras dinamarquesas, sugere que produções mais elevadas no início da lactação podem causar uma alta tensão fisiológica no animal, levando com freqüência a distúrbios reprodutivos ou doenças metabólicas; portanto uma produção inicial moderada, combinada com maior persistência é preferível a uma alta produção inicial, com rápido decréscimo.

2.2.2 Momento em que ocorre o pico.

O momento em que ocorre o pico da produção foi definido por Wood como:

$$N = b/c \quad (6)$$

dias após o parto.

Rodrigues (1987), estudando o comportamento da curva de lactação de vacas holandesas em condições tropicais, determinou que as mesmas apresentam um pico de produção pouco pronunciado, que ocorre, em geral, por volta da quarta à quinta semana de produção.

2.2.3 Produção máxima.

Para Wood (1967), a produção máxima no pico é determinada por :

$$Y_{\max.} = a (b/c)^b e^{-b} \quad (7)$$

2.3 Alguns fatores que influenciam na forma da curva de lactação.

2.3.1 Ano de parto.

Pesquisadores têm estudado fatores de meio ambiente e suas influências sobre a curva de lactação; dentre os quais, Durães, Teixeira e Freitas (1991), utilizando dados de 236 lactações de 195 vacas holandesas, coletados no período de 1984 a 1988 em um sistema intensivo de produção de leite localizado em Brasília, DF, pertencente à EMBRAPA, concluíram que o ano de parto afeta todos os parâmetros da curva **a**, **b** e **c**, e outras características estudadas como o pico e a persistência ($p < 0,01$).

Queiroz et al. (1991), em estudo com animais holandeses, na região do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, encontraram que o ano de parto afeta, significativamente, a produção total de leite, a produção inicial, a produção de leite no pico da lactação e a persistência da lactação.

2.3.2 Estação de parição.

Costa et al. (1982) concluíram que a estação do ano apresenta efeitos significativos ($p < 0.01$) sobre as produções mensais de leite e mostraram maiores efeitos no início da lactação. Os partos ocorridos nos meses de abril a junho, estação seca e fria, quando se inicia a suplementação alimentar, proporcionaram às vacas maior produção total.

Papajcsik e Boderó (1988), utilizando dados de registros mensais de 483 lactações no sudeste de Queensland, relataram que a função gama incompleta proporciona um bom ajuste para lactações iniciadas em todas as estações

O efeito da estação de parto sobre os componentes da curva de lactação, segundo Queiroz et al. (1991), normalmente está associado a variações na quantidade de alimentos, ao manejo alimentar e a modificações sazonais de temperatura, luminosidade e precipitação pluviométrica. Estes estudos determinaram que a estação do ano foi importante apenas na variação da produção de leite no pico da lactação e na persistência.

2.3.3 Idade da vaca.

Costa et al.(1982) obtiveram efeitos significativos de idade das vacas ($p < 0.01$) sobre as produções mensais de leite; para estes autores, a curva de produção de vacas mais jovens é caracterizada por menores níveis de produção ao longo do período de lactação, mas com decréscimos mensais reduzidos, o que garante elevada persistência.

Para Queiroz et al. (1991), as variações que ocorrem com o avançar da idade das vacas são, principalmente, de caráter fisiológico e proporcionam desempenho máximo com a maturidade do animal.

2.3.4 Duração da lactação.

Também um outro fator que influencia a produção total de leite de uma vaca é a duração da lactação. Rao e Sunderesan (1982) concluíram que lactações de duração mais longas foram as com maiores produções, associadas a maiores persistências do que aquelas com duração mais curta.

Durães, Teixeira e Freitas (1991) determinaram que as classes de duração da lactação estudadas afetaram apenas o parâmetro c e a persistência da lactação ($p < 0,01$); e mostraram que as lactações mais longas estavam associadas às maiores produções de leite, pois para as vacas com lactação curta, embora apresentassem um pico de produção mais cedo, o declínio da produção era mais rápido (menor persistência), resultando em menor produção.

2.3.5 Período de serviço.

Para Schneeberger (1981), o efeito do período de serviço sobre a curva de lactação é importante: vacas que conceberam logo após a parição tiveram curvas de lactação acentuadamente reduzidas e medidas menores de persistência do que vacas com período de serviço mais longo.

Também para Durães, Teixeira e Freitas (1991), animais com período de serviço mais curto apresentaram menor persistência. Além do que, vacas que conceberam mais rapidamente alcançaram pico de produção mais tarde.

2.3.6 Região.

Wood (1970), trabalhando com uma amostra de 6.846 novilhas holandesas, registradas em 672 rebanhos de duas áreas da Inglaterra e países de Gales, sugeriu que diferenças nos fusos horários podem alterar, por exemplo, a duração do dia, o que interfere diretamente nas atividades reprodutivas, ou indiretamente, através de variação estacional, no crescimento de forrageiras.

Mainland (1985), em estudos de curvas de lactação de vacas holandesas na Escócia, avaliou três áreas geográficas diferentes: o oeste, o sudoeste e o leste, encontrando consideráveis diferenças estacionais entre o leste e o oeste, as quais determinaram produções leiteiras distintas para cada região.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Fonte dos dados.

Após uma análise prévia, com objetivo de eliminar informações imprecisas, que viessem a comprometer o presente estudo, foram empregados dados de controles leiteiros mensais, correspondentes a 2.036 lactações de vacas da raça holandesa, provenientes dos registros da Associação de Criadores de Gado Holandês do Estado de Minas Gerais, no período de 1989 a 1991, em 122 rebanhos agrupados em cinco núcleos.

3.2 Clima.

O Estado de Minas Gerais encontra-se situado entre os paralelos de $14^{\circ}13'57''$ e $22^{\circ}55'22''$ de latitude sul e os meridianos $39^{\circ}51'23''$ e $51^{\circ}02'45''$ a oeste de Greenwich. Dada a posição, latitude, vegetação e não-uniformidade na formação geológica regional, existe em Minas um clima variado que pode ser classificado da maneira seguinte: 1) tropical semi-árido, ao norte; 2) tropical semi-úmido, ao centro sul; 3) tropical de altitude, nas regiões mais altas. Cada tipo climático revela suas

particularidades que vão desde as secas prolongadas no tropical semi-árido, às baixas temperaturas do tropical de altitude, levando em conta ainda os verões chuvosos do tropical semi-árido. Não obstante reunir a maioria dos tipos climáticos do Brasil, o clima mineiro pode ser considerado bom, congregando uma temperatura média oscilante entre 18 e 25°C e uma pluviosidade que atinge o máximo no verão e o mínimo no inverno. Anuário... (1983/84).

3.3 Classificação dos dados.

Os efeitos de meio ambiente ficaram distribuídos para análise da seguinte forma: ano de parto 1989, 1990, 1991; estação de parto; estação seca, compreendendo os meses de maio a outubro e estação chuvosa, os meses de novembro a abril; a idade das vacas, dividida em classes com intervalos de 6 meses a partir dos 20 meses, sendo a classe 20 constituída por animais acima de 134 meses; a duração da lactação, dividida em 8 classes, sendo estas 1 (210 a 244), 2 (245 a 274), 3 (275 a 305), 4 (306 a 335), 5 (336 a 366), 6 (367 a 396), 7 (397 a 427), 8 (428 a 458 dias); os períodos de serviço, em 3 classes, sendo 1 (30 a 79), 2 (80 a 119), 3 (120 a 365 dias); e os núcleos em cinco correspondentes às regionais de Juiz de Fora, Lavras, Carmo do Rio Claro, Barbacena, e Patrocínio.

3.4 Método de análise

Foi utilizada a expressão algébrica $Y_n = an^b e^{(cn)}$ proposta por Wood (1967) para descrever a curva de lactação, onde Y_n é a produção diária de leite, no período de tempo n ; a , b e c , parâmetros da curva de lactação, sendo que a constitui a produção média no início da lactação, b determina a taxa média de ascensão da produção até atingir o pico da produção, e c caracteriza a taxa média de declínio da produção após o pico.

Para se estimarem os parâmetros da curva de lactação, foi utilizado o método dos quadrados mínimos, com a equação gama incompleta, linearizado por transformação logarítmica, isto é: $\log_e Y_n = \log_e a + b \log_e n + cn$, onde $\log_e a = A$ através do PROC REG do Statistical Analysis System (SAS 1990). Após o cálculo dos parâmetros A , b e c , foram excluídas 18% das lactações, contendo parâmetro b negativo. Segundo a literatura consultada, estes determinam curvas atípicas. Em seguida, foi realizada a análise de variância.

3.5 Modelo Matemático.

Os efeitos de ano de parto, estação de parto, classes de idade, duração da lactação, período de serviço e núcleos ou regiões sobre os parâmetros da curva de lactação A , b e c e valores das características, momento que o pico de produção ocorre (P),

persistência (S) método proposto por Wood (1967), persistência (P2:1) e (P3:1) método de Jonhanson e Hansson citados por Shimizu e Hachinohe (1983) e produção máxima (PM), foram examinados pelo método de quadrados mínimos utilizando-se o procedimento PROC GLM, do SAS (1990).

O modelo estatístico utilizado foi como segue:

$$Y_{ijklmno} = \mu + AP_i + EP_j + CI_k + DL_l + PS_m + NU_n + e_{ijklmno}$$

em que:

$Y_{ijklmno}$ = observação (a, b, c, pico, produção máxima, persistência, P2:1, P3:1)

μ = média geral

AP_i = efeito fixo do ano de parto ($i = 1989, \dots, 1991$)

EP_j = efeito fixo da estação de parto ($j = 1, 2$)

CI_k = efeito fixo da classe de idade ($k = 1, \dots, 20$)

DL_l = efeito fixo da classe de duração da lactação ($l = 1, \dots, 8$)

PS_m = efeito fixo da classe de período de serviço ($m = 1, \dots, 3$)

NU_n = efeito fixo do núcleo ($n = 1, \dots, 4$)

$e_{ijklmno}$ = erro aleatório associado com média zero e variância σ_e^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos parâmetros e características das curvas de lactação encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Verifica-se pelos níveis de significância (N/S) que os anos de parto, as classes de duração da lactação e os núcleos influenciaram todos os parâmetros e características estudadas. A estação de parto não influenciou o parâmetro a , a persistência pelo método de Johanson e Hanson (1940) citados por

TABELA 1. Resumo das análises de variância dos parâmetros A , b e c das curvas de lactação e do pico (P) para os diferentes efeitos estudados. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio e Nível de Significância (N/S)							
		A	N/S	b	N/S	c	N/S	P	N/S
Ano de Parto	2	1,4228	0,0001	1,0587	0,0001	0,1554	0,0001	5,2178	0,0001
Estação do Ano	1	0,1961	0,0685	1,2450	0,0001	0,1261	0,0001	5,9945	0,0026
Idade	19	0,9483	0,0001	0,2175	0,0001	0,0489	0,0001	1,4552	0,0019
Duração da Lactação	7	0,2867	0,0001	0,7660	0,0001	0,3602	0,0001	5,0176	0,0001
Período de Serviço	2	0,1136	0,1476	0,0788	0,2794	0,0178	0,0811	3,3613	0,0062
Núcleo	4	2,6520	0,0001	0,6781	0,0001	0,1274	0,0001	5,4053	0,0001
Erro	2035	0,0683		0,0617		0,0071		0,6590	
R^{21}		0,1851		0,1101		0,2441		0,0740	
CV (%) ²		8,1340		69,4847		-45,5265		44,8858	

¹ R^2 = Coeficiente de determinação

² CV = Coeficiente de variação.

Shimizu e Hachinohe (1983), (**P3:1**) e sobre a produção máxima (**PM**). As classes de idade, não exerceram influência sobre a medida de persistência (**P2:1**). As classes de período de serviço não atuaram sobre todos os parâmetros da curvas de lactação, bem como, sobre as características **P2:1** e **PM**.

TABELA 2. Resumo das análises de variância das características persistência (**S**), (**P2:1**) e (**P3:1**) e produção máxima (**PM**) para os diferentes efeitos estudados. ESAL, Lavras - MG, 1992.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio e Nível de Significância (N/S)							
		S	N/S	P2:1	N/S	P3:1	N/S	PM	N/S
Ano de Parto	2	2,0114	0,0001	0,3768	0,0001	1,1804	0,0001	536,7896	0,0001
Estação do Ano	1	1,1156	0,0014	0,1471	0,0089	0,1157	0,1741	106,5674	0,0501
Idade	19	1,1740	0,0001	0,0128	0,9081	0,2670	0,0001	344,9543	0,0001
Duração da Lactação	7	7,7274	0,0001	0,1950	0,0001	0,4683	0,0001	515,7916	0,0001
Período de Serviço	2	0,5544	0,0064	0,1375	0,0017	0,4052	0,0016	79,1092	0,0546
Núcleo	4	2,9571	0,0001	0,2659	0,0001	0,7381	0,0001	1283,2807	0,0001
Erro	2035	01095		0,0214		0,0658		27,1607	
R ² ¹		0,3185		0,0843		0,0923		0,2275	
CV (%) ²		14,0907		16,6549		40,7783		22,2828	

¹ R² = Coeficiente de determinação

² C.V. = Coeficiente de Variação

4.1 Efeito do ano de parto sobre a forma das curvas de lactação.

Pode-se verificar através do teste de médias, para efeito do ano de parto mostrados no Tabela 3, que o parâmetro A, foi significativamente superior para animais

paridos no ano de 1989, quando comparadas às médias para os outros anos estudados, sendo que a média menor foi obtida para animais que pariram no ano de 1991.

TABELA 3. Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para os índices de pico (**P**), persistência (**S**), (**P2:1**) e (**P3:1**), e produção máxima (**PM**) de acordo com os anos estudados.

Ano de Parto	Médias ¹							
	A	b	c	P	S	P2:1	P3:1	PM
1989	3,27 a	0,40 a	-0,20 b	1,88 a	2,32 b	0,88 b	0,56 b	24,71 a
1990	3,21 b	0,35 b	-0,18 a	1,75 b	2,33 b	0,86 c	0,62 a	23,24 b
1991	3,16 c	0,34 b	-0,18 a	1,88 a	2,39 a	0,91 a	0,64 a	22,54 b
DMS ²	0,0368	0,035	0,0119	0,1144	0,0466	0,0206	0,0353	0,7345

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

Já o parâmetro **b**, ou média de aumento para produção pico, foi significativamente superior para animais paridos no ano de 1989, não havendo diferenças significativa entre as médias dos demais anos estudados.

O parâmetro **c**, ou média relacionada com o declínio da produção, foi superior para os anos de 1990 e 1991 não havendo diferença significativa entre estes.

O momento em que ocorre o pico, calculado também por um método proposto por Wood (1967), apresenta índice médio maior para os anos de 1989 e 1991 que não diferiram significativamente entre si. O menor índice para este parâmetro foi obtido para animais que pariram em 1990, que diferiu significativamente dos demais.

A média da persistência, estimada como a proposta por Wood (1967), (S), foi significativamente superior para animais paridos em 1991. O menor valor para esta característica foi para animais paridos no ano de 1989, porém este não diferiu significativamente do obtido em 1990.

A média para persistência, estimada através do método proposto por Johanson e Hansson (1940) citado por Shimizu e Hachinohe (1983), (P2:1), apresentou valor significativamente superior, para animais que pariram em 1991, a menor média, no entanto, foi para animais com parto em 1990, a qual diferiu significativamente dos animais paridos nos demais anos. Já o método (P3:1) apresentou média superior para animais que pariram em e 1991, não diferindo significativamente dos paridos em 1990. A menor média para esta característica foi obtida por animais paridos em 1989.

A maior produção média máxima no pico ocorre para animais paridos em 1989, a qual, por sua vez, diferiu significativamente da média obtida para animais paridos nos demais anos estudados. A menor média para este parâmetro foi para animais paridos em 1991; esta, no entanto, não diferiu significativamente da média obtida no ano de 1990.

As curvas de lactação para vacas paridas nos diferentes anos encontram-se na Figura 1, utilizando-se as médias de quadrados mínimos.

Verifica-se uma produção inicial maior para animais paridos no ano de 1989; ainda a curva para vacas paridas neste ano foi a que apresentou pico de produção mais elevado, quando comparada com as curvas dos outros anos estudados; no entanto, animais paridos em 1989 obtiveram uma maior queda na produção, chegando ao fim da lactação com produção próxima à de animais paridos em 1990 e 1991.

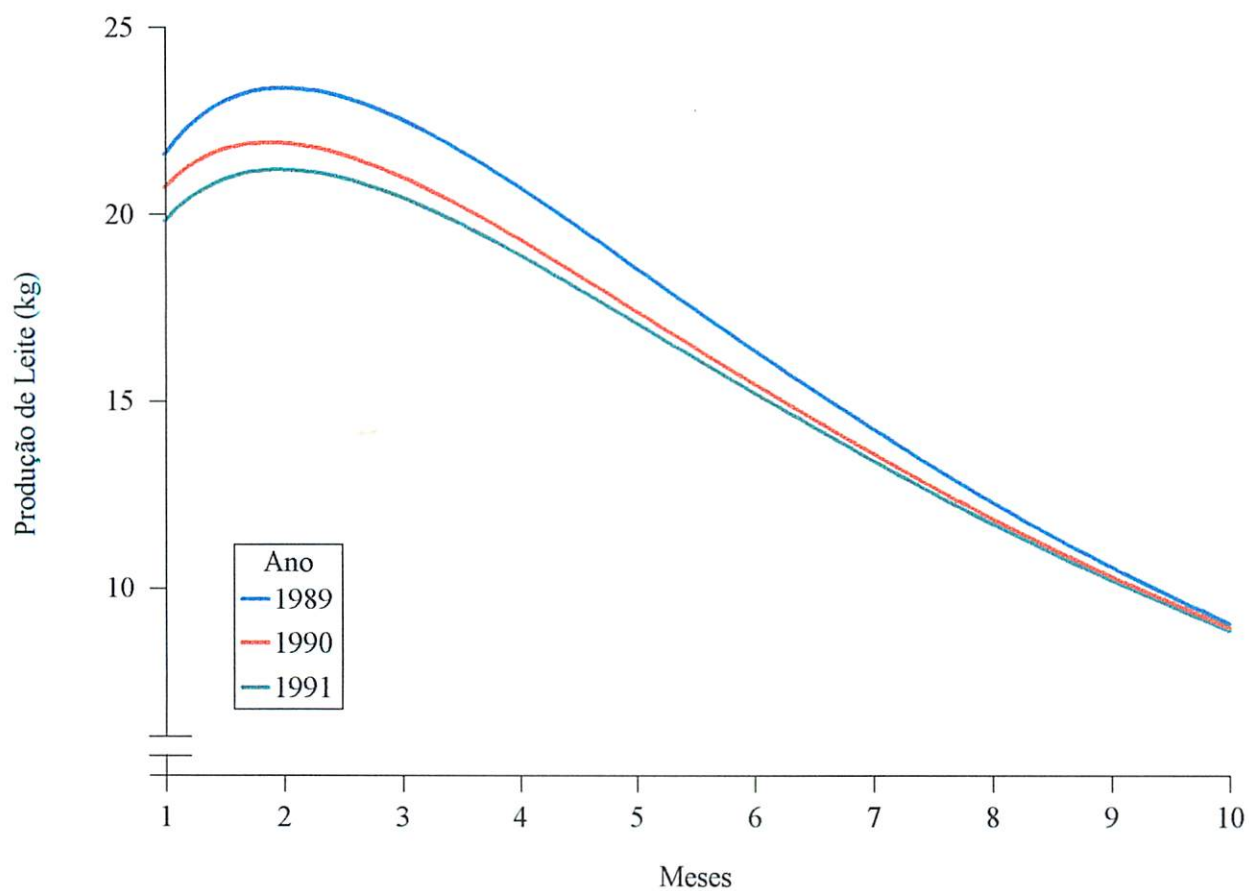


FIGURA 1. Curvas de lactação de vacas holandesas, paridas nos anos de 1989, 1990 e 1991.

O pico de produção ocorreu entre 1,7 a 1,8 meses de lactação para animais paridos em todos os anos estudados. A curva de lactação para animais paridos em 1991 foi a que apresentou as menores médias para todos os parâmetros.

Verifica-se pelos resultados demonstrados que o ano de parição influenciou de forma geral todos os parâmetros da curva de lactação média, além de outras características estudadas, como o momento em que ocorre o pico de produção, a produção máxima no momento do pico e os índices de persistência. Estes resultados concordam com os descritos por Durães, Teixeira e Freitas (1991).

Queiroz et al. (1991) também encontraram resultados semelhantes, onde o ano de parto afetou significativamente a produção inicial, a produção de leite no pico de lactação e a persistência.

A vários fatores podem ser atribuídas as variações ocorridas nas curvas em função dos anos, dentre os quais merecem destaque as variações climáticas, ou seja, as características estacionais de cada ano.

4.2 Efeito da estação de parição sobre a forma das curvas de lactação.

Através do teste de médias (Tabela 4) verifica-se que o A ou média relacionada com produção inicial, é maior para vacas que pariram na estação seca; não diferindo, entretanto, da média de produção inicial para vacas paridas na estação chuvosa.

Animais paridos na estação seca apresentaram média do parâmetro b significativamente superior aos paridos na estação chuvosa.

TABELA 4. Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as estações do ano estudadas.

Estação do Ano	Médias ¹							
	A	b	c	P	S	P2:1	P3:1	PM
Seca	3,22 a	0,38 a	-0,19 b	1,85 a	2,31 b	0,86 b	0,60 a	23,59 a
Chuvosa	3,20 a	0,33 b	-0,17 a	1,76 b	2,38 a	0,89 a	0,62 a	23,16 a
DMS ²	0,0227	0,0216	0,0078	0,0706	0,0288	0,0127	0,0218	0,4534

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem pelo teste de F ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

Quanto ao parâmetro c ou média de declínio da produção para animais paridos na estação chuvosa, apresentou valores maiores que determinaram taxas de decréscimo da produção significativamente menores do que para os paridos na estação seca, o que pode ser confirmado por dois métodos de medida de persistência (S e P2:1). Animais paridos na estação chuvosa apresentaram valores médios de persistência superiores aos animais paridos na estação seca, sendo que para o método P3:1, proposto por Jonhanson e Hanson (1940) citado por Shimizu e Hachinohe (1983) houve diferença significativa entre as estações estudadas. Entretanto, a média da produção máxima foi maior para vacas paridas na estação seca, apesar de não ter diferido significativamente da obtida para animais paridos na estação chuvosa.

O tempo entre o parto e o pico, muito embora próximos para lactações iniciadas nas duas estações estudadas, apresentaram diferença significativa.

Analisando as curvas de lactação para as duas estações estudadas através da Figura 2, pode-se observar que os animais paridos na estação seca tiveram produção inicial maior do que os paridos na estação chuvosa. Verifica-se ainda que o pico de produção ocorreu aproximadamente entre 1,7 a 1,8 meses para animais paridos nas duas estações. Vacas que pariram na estação chuvosa, embora com produções iniciais menores, se igualaram àquelas paridas na estação seca a partir do sexto mês da lactação, superando as paridas na estação seca a partir do sétimo mês da lactação.

As diferenças das curvas determinadas pela estacionalidade, provavelmente em sua maior parte, ocorreram em função do crescimento distinto de forrageiras nas duas estações.

As produções máximas maiores para vacas paridas na estação seca, provavelmente, se devam à suplementação nutricional tendo em vista a escassez de forrageiras nesta época. Por outro lado, na estação chuvosa, mesmo com forragens de boa qualidade, as necessidades dos animais podem não ser supridas pelas pastagens; isto já não ocorre na segunda fase da lactação, o que, provavelmente, explica as melhores persistências para animais paridos na estação chuvosa.

Estes resultados concordam com os obtidos por Costa et al (1982), que encontraram maiores variações na porção inicial das curvas para diferentes estações.

Também Schneeberger (1981) e Queiroz et al. (1991) encontraram que vacas paridas durante o inverno ou estação seca tiveram um aumento mais acentuado de produção no início da lactação e um declínio mais brusco no final do que vacas que pariram no verão ou estação chuvosa.

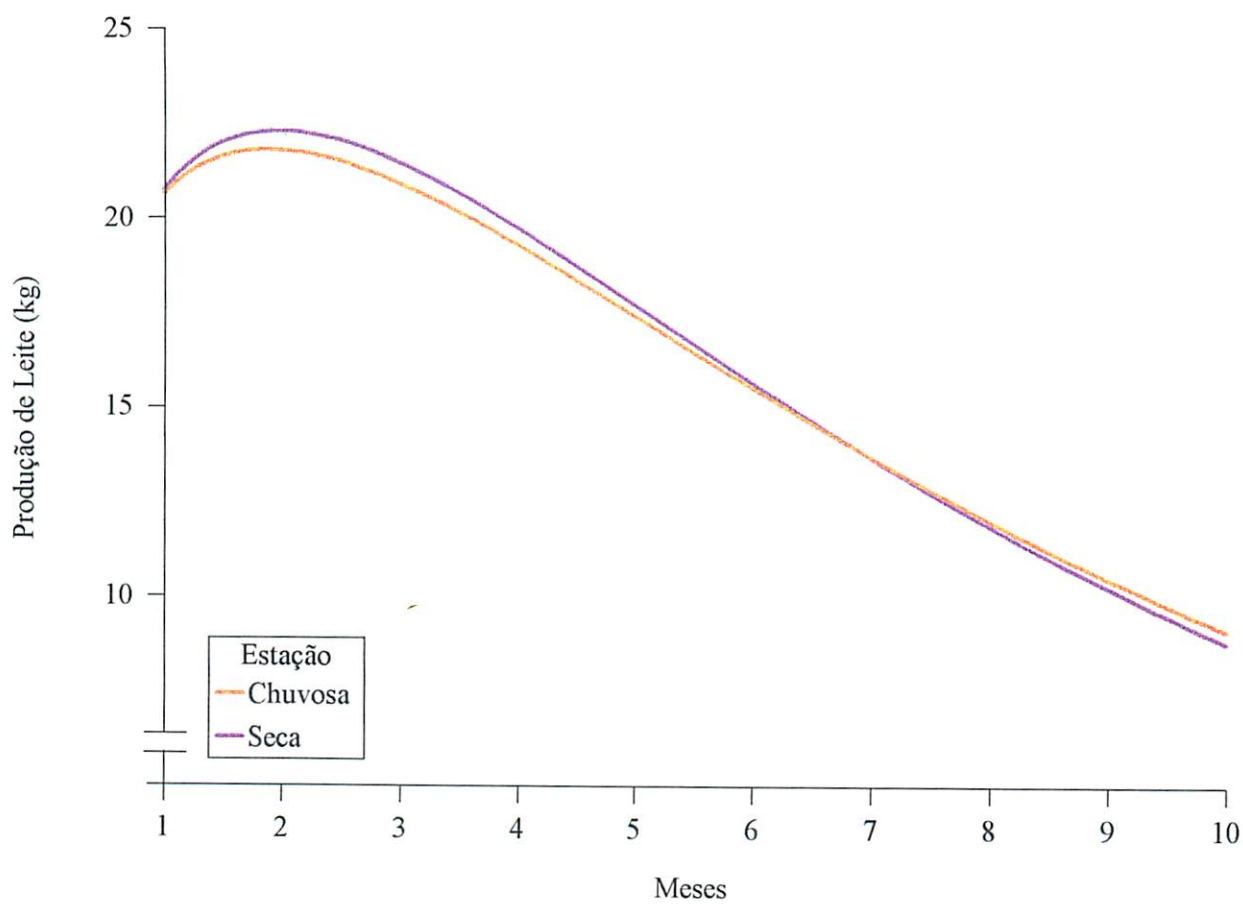


FIGURA 2. Curvas de lactação de vacas holandesas, paridas na estação chuvosa e vacas paridas na estação seca.

4.3 Efeito da idade sobre a forma das curvas de lactação.

Pode-se verificar, através do teste de médias para efeito de classes de idade sobre a curva de lactação mostrado na Tabela 5, que a média do parâmetro A foi superior para animais da classe de idade de 128 a 133 meses, não havendo diferença significativa entre animais de 38 a 133 meses.

Os índices mais baixos para o parâmetro A foram, no entanto, de animais em classes de idade 20 - 37 e de 134 ou mais meses.

A maior média para o parâmetro b foi para animais da classe de idade de 122 a 127 meses, porém animais pertencentes à classe de idade de 128 a 133 meses apresentaram a média mais baixa, não havendo diferença significativa entre todas as classes estudadas.

Para o parâmetro c a maior média obtida, foi por animais de classe de idade de 26 a 31 meses. Quanto à menor média para esta característica, foi alcançada por animais na classe de idade de 122-127, a qual não diferiu significativamente das classes de 38 a 134 ou mais meses.

As maiores médias para o momento em que o pico de produção ocorre (P) podem ser observadas para animais da classe de idade de 20 a 37 meses, porém os menores índices foram para animais de 104 a 109 meses, não havendo diferença significativa entre médias para todas as classes estudadas.

TABELA 5. Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para o pico (P) de acordo com as idades estudadas.

Classes de Idade (meses)	Médias ¹			
	a	b	c	P
20 a 25	3,0679 bc	0,3826 a	-0,1646abc	2,1794 a
26 a 31	3,0748 bc	0,3073 a	0,1474 a	1,9713 a
32 a 37	3,0502 c	0,3294 a	-0,1593 ab	1,9736 a
38 a 43	3,1861 abc	0,3054 a	-0,1729 abc	1,6020 a
44 a 49	3,2556 ab	0,3407 a	-0,1832 abc	1,7269 a
50 a 55	3,2546 ab	0,3858 a	-0,1993 abc	1,8309 a
56 a 61	3,2821 a	0,3633 a	-0,1890 abc	1,7894 a
62 a 67	3,2568 ab	0,4221 a	-0,2095 abc	1,8585 a
68 a 73	3,3123 a	0,3434 a	-0,1848 abc	1,7664 a
74 a 79	3,2607 ab	0,3700 a	-0,1933 abc	1,7182 a
80 a 85	3,3057 a	0,4060 a	-0,2153 bc	1,8111 a
86 a 91	3,2837 a	0,4078 a	-0,2043 abc	1,8511 a
92 a 97	3,2482 abc	0,3367 a	-0,1894 abc	1,6904 a
98 a 103	3,2432 abc	0,4352 a	-0,2160 bc	1,9666 a
104 a 109	3,1411 abc	0,3467 a	-0,1929 abc	1,5608 a
110 a 115	3,1569 abc	0,3316 a	-0,1801 abc	1,7333 a
116 a 121	3,2342 abc	0,4313 a	-0,2151 bc	1,9913 a
122 a 127	3,2493 abc	0,4480 a	-0,2250 c	1,9191 a
128 a 133	3,3310 a	0,3041 a	-0,1707 abc	1,6777 a
134 ou mais	3,0671 bc	0,4366 a	-0,2167 bc	1,8994 a
DMS ²	0,2	0,1901	0,0645	0,621

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

Os valores médios de persistência (S) podem ser observados na Tabela 6, onde se verifica maior valor para animais de classe de idade de 26 a 31 meses. Já, o menor valor foi observado para animais em classes de idade 80 a 85 meses, o qual não diferiu significativamente dos animais em classes de 38 a 134 ou mais meses.

TABELA 6. Valores médios para as características persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as idades estudadas.

Classes de Idade (meses)	Médias ¹			
	S	P2:1	P3:1	PM
20 a 25	2,5238 abc	0,8888 a	0,7408 a	21,668 abcde
26 a 31	2,5620 a	0,9040 a	0,6766 ab	20,896 cde
32 a 37	2,5304 ab	0,8948 a	0,6617 ab	20,420 e
38 a 43	2,3513 abcd	0,8824 a	0,6339 ab	22,515 abcde
44 a 49	2,3348 abcd	0,8780 a	0,6345 ab	24,039 abcde
50 a 55	2,2917 bcd	0,8696 a	0,5871 abc	24,014 abcde
56 a 61	2,3095 abcd	0,8851 a	0,6151 ab	24,800 abc
62 a 67	2,2632 d	0,8918 a	0,5876 abc	24,181 abcde
68 a 73	2,3213 abcd	0,8716 a	0,5856 abc	25,581 a
74 a 79	2,3119 abcd	0,8624 a	0,5893 abc	24,425 abcd
80 a 85	2,2026 d	0,8646 a	0,5223 bc	24,921 ab
86 a 91	2,2615 d	0,8684 a	0,5715 abc	24,814 abc
92 a 97	2,2664 d	0,8686 a	0,5796 abc	23,522 abcde
98 a 103	2,2431 d	0,8511 a	0,5805 abc	24,158 abcde
104 a 109	2,2848 bcd	0,8339.a	0,6616 ab	21,405 bcde
110 a 115	2,3090 abcd	0,8339 a	0,6243 ab	22,564 abcde
116 a 121	2,2518 d	0,8826 a	0,5962 abc	23,697 abcde
122 a 127	2,2029 d	0,8589 a	0,4168 c	23,669 abcde
128 a 133	2,3527 abcd	0,8921 a	0,5532 abc	25,459 a
134 ou mais	2,2718 cd	0,8783 a	0,5749 abc	20.507 de
DMS ²	0,2532	0,112	0,193	3,9867

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

Para a persistência (P2:1), o maior valor médio foi encontrado para animais pertencentes à classe de 26 a 31 meses de idade. Os menores valores foram obtidos por animais com classe de idade de 104 a 109 meses não havendo diferença significativa entre todas as classes estudadas. Já para a persistência (P3:1), a maior média foi alcançada por

animais de classe de idade de 20 a 25 meses, e a menor, pela classe de 122 a 127 meses, as quais diferiram entre si significativamente.

A maior média das produções máximas foi para animais na classe de idade de 68 a 73 meses, sendo que as produções médias máximas mais baixas ocorreram para animais na classe de 32 a 37 meses.

As curvas de lactação para diferentes classes de idade avaliadas estão apresentadas na Figura 3, onde se pode verificar que, de maneira geral, animais em classes de idade mais baixas, de 20 a 37 meses (Figura 3A), ou animais em classes mais elevadas, 134 ou mais meses (Figura 3D), apresentam em média curvas com produção inicial menor e produção mais baixa no pico, quando comparados a animais pertencentes a classes de idade intermediárias de 38 a 133 meses (Figuras 3A, 3B, 3C e 3D).

Observa-se, em geral, que vacas mais jovens apresentam menores níveis de produção ao longo do período de lactação, com decréscimos menores que garantem uma persistência mais elevada. No entanto, com o avançar da idade e conseqüente maturidade fisiológica dos animais, melhores desempenhos são alcançados. Estes resultados estão de acordo com Costa et al. (1982) e Queiroz et al. (1991).

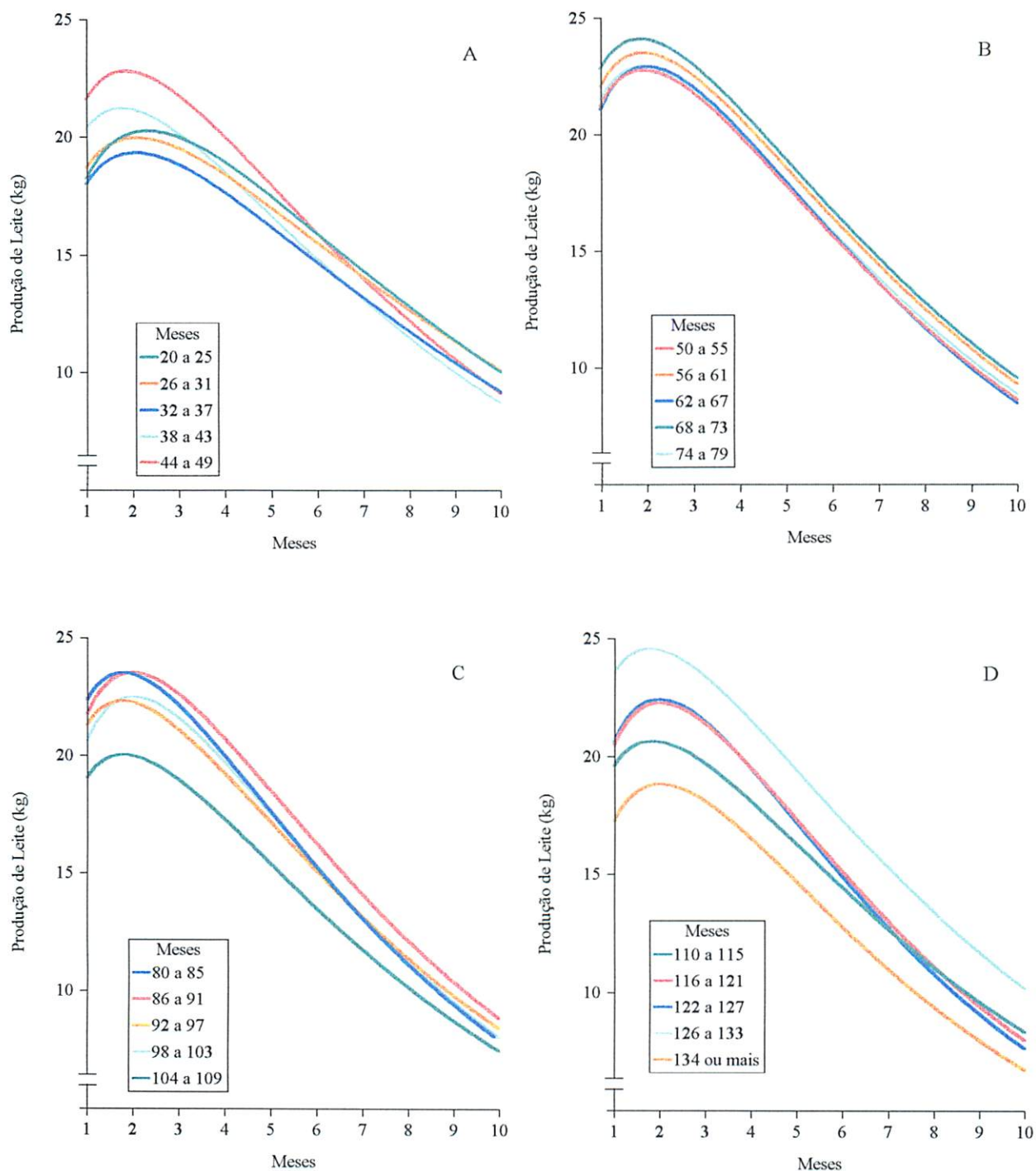


FIGURA 3. Curvas de lactação de vacas holandesas paridas em diferentes classes de idade, A de 20 a 49 meses, B de 50 a 79 meses, C de 80 a 109 e D de 110 a 134 ou mais meses.

4.4 Efeito da duração da lactação sobre a forma das curvas de lactação.

Pode-se verificar, através do teste de médias (Tabela 7), que o parâmetro A ou média da produção inicial, foi maior para animais com duração da lactação de 397 a 427 dias, porém não houve diferença significativa para este parâmetro entre animais com duração da lactação de 275 a 458 dias, sendo que os animais com parâmetro A menor foram aqueles com duração da lactação de 210 a 244 dias, os quais não diferiram significativamente de animais com classe de duração da lactação de 245 a 366 e 428 a 458 dias.

TABELA 7. Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com as diferentes durações de lactação estudadas.

Duração da Lactação (dias)	Médias ¹							
	A	b	c	P	S	P2:1	P3:1	PM
210 a 244	3,14 c	0,49 a	-0,28 f	1,64 c	1,95 f	0,81 b	0,66 ab	20,35 e
245 a 274	3,17 bc	0,42 ab	-0,22 e	1,73 bc	2,15 e	0,86 ab	0,64 ab	21,73 de
275 a 305	3,21 abc	0,34 bc	-0,18 d	1,73 bc	2,31 d	0,87 ab	0,59 ab	23,00 d
306 a 355	3,23 abc	0,33 bc	-0,17 cd	1,79 bc	2,39 cd	0,87 ab	0,57 b	24,07 cb
356 a 366	3,22 abc	0,32 cd	-0,15 bcd	1,95 abc	2,50 cb	0,89 a	0,59 ab	24,29 bc
367 a 396	3,24 ab	0,30 cd	-0,13 abc	2,02 ab	2,60 ab	0,92 a	0,67 a	25,40 ab
397 a 427	3,28 a	0,31 cd	-0,14 ab	2,15 a	2,65 a	0,92 a	0,66 ab	26,74 a
428 a 458	3,23 abc	0,22 d	-0,11 a	1,74 bc	2,70 a	0,87 ab	0,66 ab	25,67 ab
DMS ²	0,1032	0,0981	0,0333	0,3966	0,1307	0,0578	0,0988	2,0575

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

O parâmetro **b**, ou média de aumento da produção até o pico, foi maior para lactações mais curtas, sendo que a classe de 210 a 244 dias foi a que apresentou a maior média, não diferindo significativamente da classe de 245 a 274 dias. A menor média para **b** foi para lactações de 428 a 458 dias; esta, porém, não diferiu significativamente das classes de 356 a 427 dias.

A média do parâmetro **c** foi maior para lactações mais longas, sendo que a maior média foi para lactação de 428 a 458 dias, porém esta não se diferenciou significativamente das classes de duração da lactação de 367 a 427 dias. O menor valor médio para **c** foi para classe de duração da lactação de 210 a 244 dias, que diferiu significativamente das demais.

O momento em que ocorre o pico (**P**) foi maior para animais com lactação de 397 a 427 dias o qual não diferiu significativamente daquele de animais em classes de 356 a 396 dias. Os menores valores médios, no entanto, foram alcançados por animais com duração da lactação de 210 a 244 dias.

As médias dos índices de persistência (**S**) foram maiores para animais de duração da lactação de 428 a 458 dias, sendo que só não se diferenciaram significativamente das classes de 367 a 427 dias. A menor média para esta característica foi de animais da classe de 210 a 244 dias de duração da lactação a qual diferiu significativamente das demais.

Para a persistências **P2:1**, a maior média foi para animais com duração da lactação entre 367 a 427 dias, sendo que estes não se diferenciaram significativamente daqueles em classes de 245 a 458 dias de duração da lactação. A menor média, no

entanto, foi para animais com 210 a 244 dias de lactação. Pelo método **P3:1**, a maior média foi para animais de classe de duração da lactação de 367 a 396 dias. Estes tiveram média significativamente diferente da classe de 306 a 355 dias que apresentou a menor média.

A maior média de produção máxima (**PM**) ocorreu para animais com duração da lactação de 397 a 427 dias, não diferindo significativamente das classes de 367 a 458 dias. A menor média, no entanto, ocorreu para animais com duração da lactação de 210 a 244 dias, a qual diferiu significativamente das demais.

As curvas de lactação para diferentes classes de duração da lactação estão apresentadas na Figura 4, onde se verifica que animais com duração da lactação entre 210 a 244 dias apresentaram produções iniciais menores e declínios de produção maiores, quando comparados a animais de classes de duração da lactação maiores, que normalmente apresentaram produções iniciais maiores, picos de produção mais elevados e maiores persistências. O pico de produção (Figura 4), ocorreu entre 1,6 a 2,1 meses, sendo que animais com duração de lactação menores apresentaram pico mais cedo e menor persistência.

Estes resultados concordam com os encontrados por Rao e Sunderesan (1980) e por Durães, Teixeira e Freitas (1991), os quais concluíram que lactações de duração mais longa, associadas a maiores persistências somarão maiores produções do que aquelas com duração mais curta.

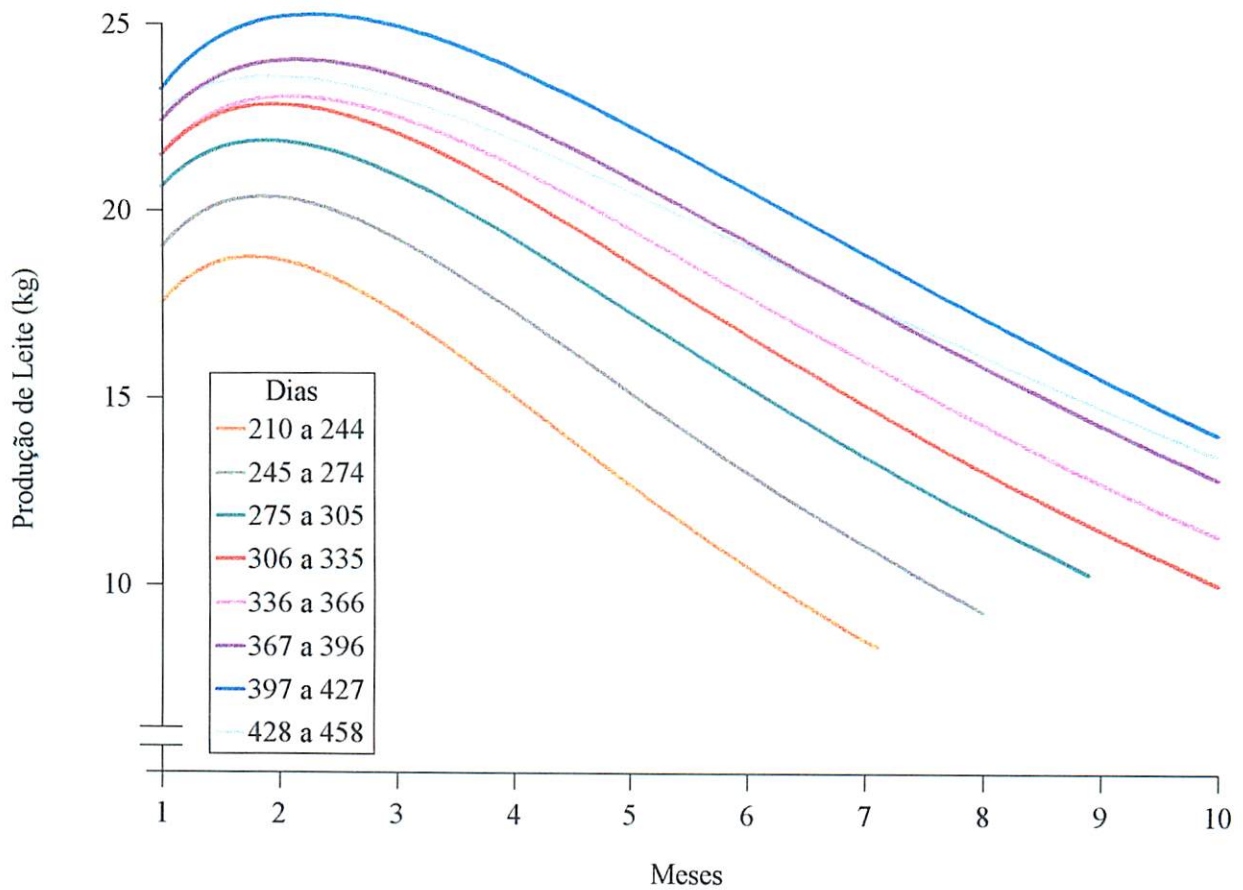


FIGURA 4. Curvas de lactação de vacas holandesas, com diferentes classes de duração da lactação.

4.5 Efeito do período de serviço sobre a forma das curvas de lactação.

Através da Tabela 8, que contém as médias para cada classe de período de serviço, pode-se verificar que a média para o parâmetro A foi maior para animais com período de serviço entre 120 a 365 dias; não diferindo das médias para as demais classes estudadas.

TABELA 8. Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (P), persistência (S), (P2:1) e (P3:1), e produção máxima (PM) de acordo com os diferentes períodos de serviço estudados.

Período de Serviço (dias)	Médias ¹							
	A	b	c	P	S	P2:1	P3:1	PM
30 a 79	3,20 a	0,38 a	-0,20 c	1,78 a	2,26 c	0,87 a	0,59 a	22,72 b
80 a 119	3,20 a	0,37 a	-0,19 b	1,82 a	2,32 b	0,88 a	0,62 a	22,98 b
120 a 365	3,23 a	0,32 b	-0,17 a	1,81 a	2,41 a	0,87 a	0,61 a	24,12 a
DMS ²	0,0339	0,0336	0,0114	0,1098	0,0429	0,019	0,0324	0,6748

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

O parâmetro **b** ou média de aumento para produção pico foi maior para animais com período de serviço entre 30 a 79 dias; porém estes não diferiram significativamente de animais da classe de 80 a 119 dias. A menor média foi obtida para

animais com período de serviço de 120 a 365 dias a qual diferiu significativamente das demais classes estudadas.

O parâmetro c ou média relacionada com o declínio da produção foi significativamente superior para animais com período de serviço de 120 a 365 dias; estes diferiram significativamente de animais nas demais classes. A média mais baixa para o parâmetro c foi para animais com período de serviço de 30 a 79 dias, que diferiu significativamente das médias das demais classes de período de serviço .

O momento em que o pico ocorre (P) obteve sua maior média para animais com período de serviço entre 80 a 119 dias, e a menor média quando o período de serviço foi de 30 a 79 dias, porém não houve diferença significativa entre as diversas classes estudadas.

A medida de persistência pelo método S foi maior para classe de 120 a 365 dias, diferindo estatisticamente das demais. Os menores índices no entanto, foram para animais com período de serviço de 30 a 79 dias, diferindo das demais classes estudadas. Pelo método $P2:1$ e $P3:1$, não houve diferença significativa entre as classes.

A produção média máxima (PM) maior foi obtida por animais com período de serviço entre 120 a 365 dias; esta diferiu significativamente da produção máxima para as demais classes, que não diferiram significativamente entre si.

As curvas de lactação para diferentes classes de período de serviço são apresentadas na Figura 5, onde se pode verificar uma produção inicial maior para animais de classe de período de serviço entre 120 a 365 dias, associada ainda a picos mais altos e

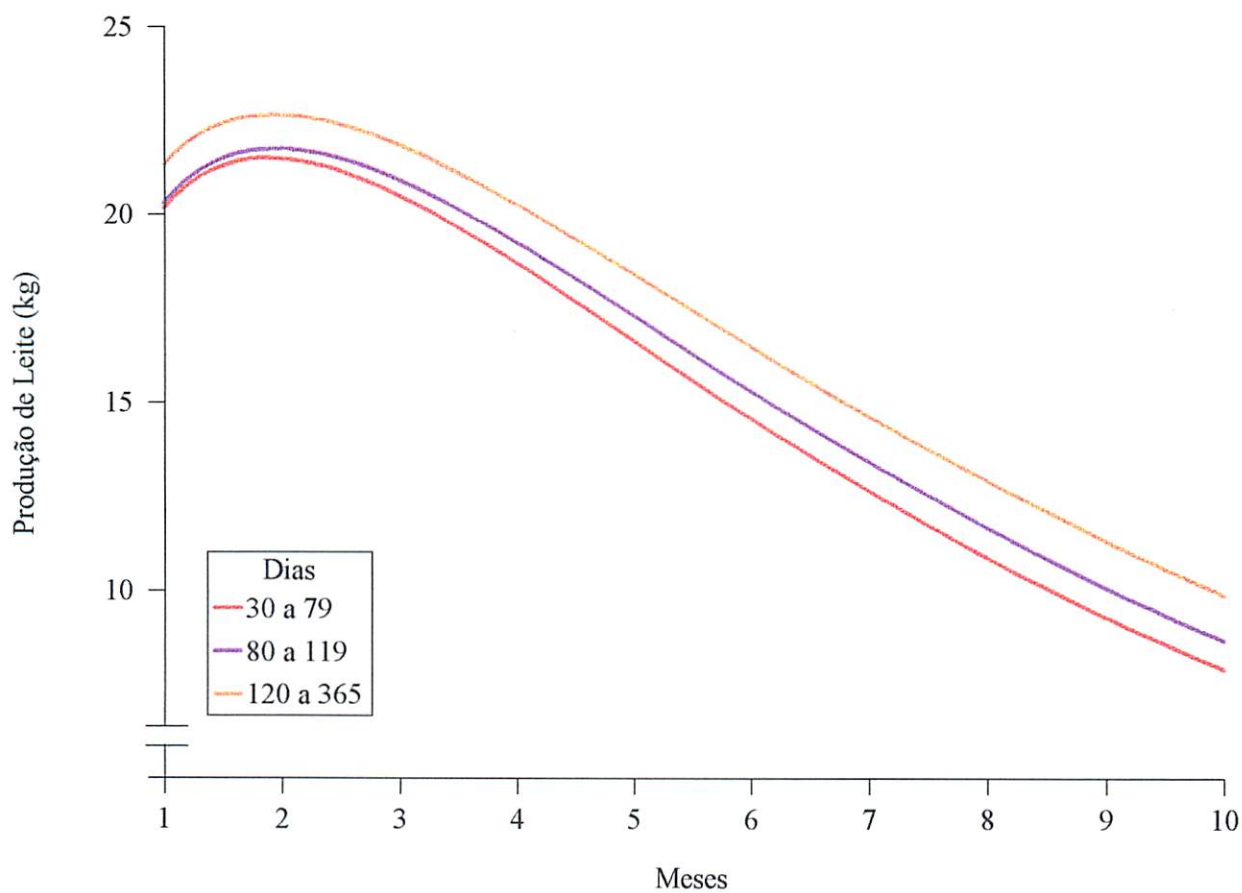


FIGURA 5. Curvas de lactação para vacas holandesas, em diferentes classes de período de serviço.

maior persistência. No entanto, animais com período de serviço menor, ou seja, entre 30 e 79 dias, apresentaram de modo geral produções mais baixas.

Animais que conceberam logo após o parto tiveram, em média, produções iniciais menores, associadas a menores persistências; consequentemente, menores produções.

Esta variável exerce influências sobre a produção através das alterações fisiológicas que ocorrem nos animais por ocasião da gestação. No entanto, os resultados obtidos estão de acordo com Schneeberger (1981) e Durães Teixeira e Freitas (1991), que determinaram que animais com período de serviço menores apresentaram menores produções iniciais e menores persistências.

4.6 Efeito do núcleo ou região sobre a forma das curvas de lactação.

Pode-se verificar, através do teste de médias para efeito da região mostrado na Tabela 9, que o parâmetro A obteve média superior para animais pertencentes à região de Carmo do Rio Claro, a qual diferiu significativamente das demais regiões estudadas. O menor valor médio para este parâmetro foi para animais pertencentes à região de Patrocínio; este também diferiu significativamente daquele das demais regiões em questão.

TABELA 9. Valores médios para os parâmetros da função gama incompleta e para as características pico (**P**), persistência (**S**), (**P2:1**) e (**P3:1**), e produção máxima (**PM**) de acordo com as diferentes regiões estudadas.

Regiões	Médias ¹							
	A	b	c	P	S	P2:1	P3:1	PM
Juiz de Fora	3,18 b	0,32 b	-0,17 a	1,77 b	2,39 b	0,87 bc	0,64 ab	22,90 b
Lavras	3,19 b	0,35 ab	-0,19 b	1,73 b	2,29 cd	0,86 c	0,59 b	22,45 b
Carmo do Rio Claro	3,32 a	0,40 a	-0,19 b	1,97 a	2,32 bc	0,91 ab	0,57 c	26,17 a
Barbacena	3,22 b	0,36 ab	-0,20 b	1,66 b	2,23 d	0,85 c	0,57 c	23,35 b
Patrocínio	3,06 c	0,36 ab	-0,16 a	2,00 a	2,53 a	0,92 a	0,67 a	21,28 c
DMS ²	0,061	0,058	0,0197	0,1893	0,0772	0,0341	0,0583	1,2152

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

² Diferença mínima significativa.

Para o parâmetro **b**, a maior média foi de animais pertencentes à região de Carmo do Rio Claro; estes, por sua vez, não diferiram significativamente de animais pertencentes à região de Lavras, Barbacena e Patrocínio. No entanto, as menores médias para este parâmetro foram obtidas por animais pertencentes à região de Juiz de Fora, as quais diferiram significativamente apenas das de animais da região de Carmo do Rio Claro.

Os animais que obtiveram maior valor médio para o parâmetro **c** foram os pertencentes à região de Patrocínio, os quais não diferiram significativamente da média alcançada pelos animais pertencentes à região de Juiz de Fora; porém a menor média para este parâmetro foi de animais da região de Barbacena, a qual não diferiu significativamente da de animais pertencentes às regiões de Lavras e Carmo do Rio Claro.

O momento em que o pico ocorre (**P**) revelou maiores médias para animais pertencentes à região de Patrocínio e não diferiu significativamente da região de Carmo do Rio Claro. Já, a região que obteve a menor média para o parâmetro em questão foi a de Barbacena; no entanto, esta não diferiu significativamente daquela das regiões de Lavras e Juiz de Fora.

A persistência pelo método **S** foi maior para animais pertencentes à região de Patrocínio, a qual diferiu significativamente das demais regiões. A região com média mais baixa para o **S** foi a de Barbacena, a qual não diferiu significativamente da média da região de Lavras. Pelo método **P2:1** a maior média também foi alcançada por animais pertencentes à região de Patrocínio, a qual diferiu significativamente da média das demais regiões. Ainda, a menor média para o parâmetro em questão foi obtida por animais da região de Barbacena, que não diferiu da média obtida por animais das regiões de Lavras e Juiz de Fora. Para o método **P3:1** a maior média foi a de animais da região de Patrocínio, que não diferiu significativamente da de animais pertencentes à região de Juiz de Fora. As menores médias para este parâmetro foram obtidas por animais pertencentes a Carmo do Rio Claro e Barbacena, que diferiram significativamente das obtidas nas demais regiões.

A produção máxima média (**PM**) maior foi obtida pela região de Carmo do Rio Claro que diferiu significativamente das demais regiões, bem como a menor média para esta característica foi obtida pela região de Patrocínio, que também se diferenciou significativamente das demais regiões.

Curvas de lactação para diferentes regiões estudadas são apresentadas na Figura 6 onde se pode verificar que animais pertencentes à região de Carmo do Rio Claro apresentaram maior produção inicial média, associada a maior pico e melhores produções ao fim da lactação, quando comparada às outras regiões estudadas.

Pode-se verificar ainda que a região de Patrocínio apresentou a menor produção média inicial e pico menos elevado, porém teve produção média final superior a de animais pertencentes às regiões de Lavras, Barbacena e Juiz de Fora.

O Estado de Minas Gerais apresenta uma vasta área geográfica, com características estacionais distintas, que determinam características específicas para cada região, diferenciando o manejo, que pode ser responsável pelas produções leiteiras próprias para cada região. Resultados semelhantes foram discutidos, em outros países, por Wood 1970 e Mainland (1985).

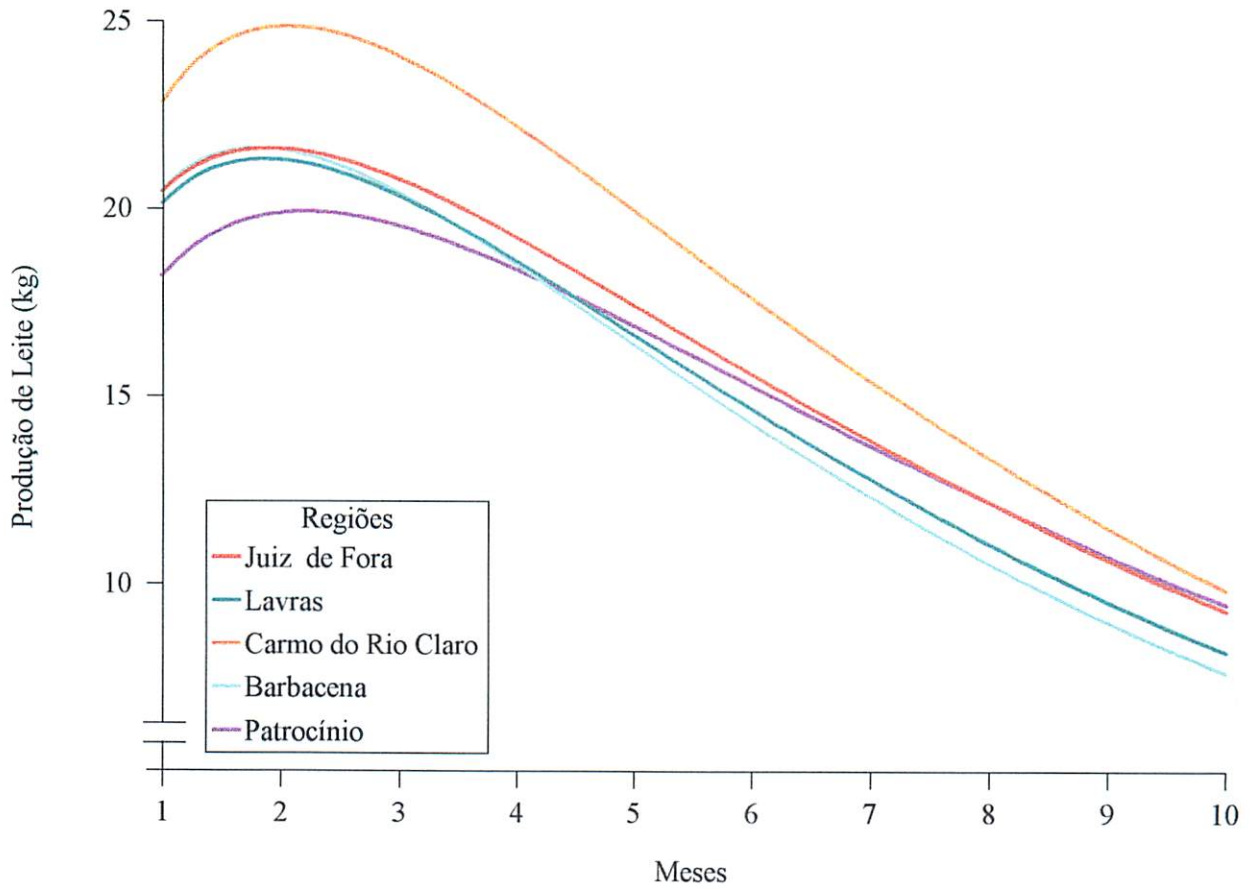


FIGURA 6. Curvas de lactação para vacas holandesas, paridas nas diferentes regiões estudadas.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos e nas condições em que foi realizado o presente estudo pode-se concluir que:

- a forma da curva de lactação foi afetada pelo ano de parto, pela duração da lactação e pelos núcleos ou regiões.
- a estação de parto não influenciou o parâmetro (A), a persistência (P3:1) e a produção máxima (PM).
- a idade não exerceu influência sobre a persistência (P2:1).
- o período de serviço não influenciou os parâmetros A, b e c, a persistência (P2:1) e a produção máxima (PM).
- os picos de produção ocorreram em média entre 1,5 a 2,1 meses de lactação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS 1983/84. Belo Horizonte: Superintendência de Estatística e Informação, 1983/84. v.5, 647p.
- BRODY, S.; RAGSDALE, A.C.; TURNER, C.W. The rate of decline of secretion with the advance of the period of lactation. **Journal General Physiology**, New York, v.5, p441-444, 1923.
- CONGLETON Jr., W. R.; EVERETT, R. W. Application of the incomplete gamma function to predict cumulative milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, p.109-119, 1980.
- COSTA, C.N.; MILAGRES, J.C.; CASTRO, A.C.G.; GARCIA, J.A. Efeito da estação e idade ao parto sobre a curva de lactação de vacas da raça holandesa. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.11, n.2, p.320-330, 1982.
- DURÃES, M.C.; TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F. de. Curvas de lactação de vacas da raça holandesa mantidas em confinamento total. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.43, p.447-458, 1991.
- GROSSMAN, M.; KUCK, A.L.; NORTON, H.W. Lactation curves of purebred and crossbred dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n. 1, p. 195-203, 1986.
- KUMAR, R.; BHAT, P.N. A note on lactation curve in indian auffaloes as estimated by parabolic exponential function. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v.49, n.2, 942-944, Nov.1979.
- MADALENA, F.E.; MARTINEZ, M.L.; FREITAS, A.F. Lactation curves of holstein - friesland and holstein - friesland x gir cows. **Animal Production**, Edinburgh, v.29, p.101-107, 1979.

- MADSEN, O. A comparison of some suggested measures of persistency of milk yield in dairy cows. **Animal Production**, Edinburgh, v.20, p.191-197, 1975.
- MAINLAND, D.D. A note on lactation curves of dairy cows in Scotland. **Animal Production**, Edinburgh, v.41, p.413-416, 1985.
- NELDER, J.A. Inverse polynomials, a useful group fo multifact respase functions. **Biometrics**, Raleigh, v.22, n.1, p.128-141, Mar.1966.
- PAPAJCSIK, I.A.; BODERO, J. Modelling lactation curves of friesland cows in a subtropical climate. **Animal Production**, Edinburgh, v.47, p.47, p.201-207, 1988.
- PEDRAZA, C.G.; RODRÍGUEZ, S. Nuevo índice para medir la declinacion o la persistencia de la curva de leche. **Agricultura Técnica**, Chile, v.48, n.4, p.341-344, out./dec.1988.
- QUEIROZ, S.A. de; FREITAS, M.A.R. de.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUER, L.G. de. Fatores genéticos e de ambiente que influenciam os componentes de curva de lactação de bovinos da raça holandesa. **Arquivo Brasileiro Veterinário e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.43, n.4, p.357-370, 1991.
- RAO, M.K.; SUNDARESAN, D. Factors affecting the shape of lactation curve in friesland x sahiwal crossbred cows. **Indian Journal Dairy Science**, New delhi, v.35, n.2, p.160-166, 1982.
- RODRIGUEZ, R. Comportamento de la curva de lactancia de vacas holstein in condiciones tropicales. **Revista Cubana de Reprodução Animal**, Habana, v.13, n.2, p.103-111, 1987.
- SAS INSTITUTE. **Guide to macro processing**. 2.ed. Cary, 1990. v.6, 319p.
- SCHNEEBERGER, M. Inheritance of lactation curve in Swiss brown cattle. **Journal of Dairy Science**, New Delhi, v.64, n.3, p.475-483, 1981
- SHIMIZU, H.; HACHINOHE, Y. Trends of Variation in some measures of lactation curves among lactations and calving seasons in dairy cows. **Journal of The Faculty Agricultural**, Hokkaido v.61, p.315-322, 1983.
- WOOD, P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. **Nature**, London, v.216, n.14, p.164-165, Oct, 1967.

- WOOD, P.D.P. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. **Animal Production**, Edinburgh, v.22, p.35-40, 1976.
- WOOD, P.D.P. Breed variations in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency, **Animal Production**, Edinburgh, v.31, p.133-141, 1980a.
- WOOD, P.D.P. Factors affecting persistency of lactation in cattle. **Nature**, London, v.218, n.1, p.894, June 1968.
- WOOD, P.D.P. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. **Animal Production**, Edinburgh, v.11, p.307-316, 1969.
- WOOD, P.D.P. A note on seasonal fluctuations in milk production. **Animal Production**, Edinburgh, v.15, p.89-92, 1972.
- WOOD, P.D.P. A note on the lactation curves of some highyielding British Friesian cows. **Animal Production**, Edinburgh, v.30, p.299-330, 1980b.
- WOOD, P.D.P. The relationship between the month of calving and milk production. **Animal Production**, Edinburgh, v.12, p.253-259, 1970.