

MARCOS AURÉLIO LOPES

cat

ESTUDO DA CURVA DE LACTAÇÃO DE UM
REBANHO HOLANDÊS VARIEDADE PRETO E BRANCO
MANTIDO EM UM SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

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

Prof. ROGERIO SANTORO NEIVA

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

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

Lopes, Marcos Aurélio.

Estudo da curva de lactação de um rebanho holandês variedade preto e branco mantido em um sistema intensivo de produção / Marcos Aurélio Lopes. -- Lavras : ESAL, 1994.

42 p. : il.

Orientador: Rogério Santoro Neiva.

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

Bibliografia.

1. Curva de lactação - Modelos algébricos. 2. Gado holandês:- Curva de lactação - Modelos algébricos. 3. Gado holandês - Sistema intensivo de produção. 4. Leite - Produção - Modelos algébricos. 5. Modelos algébricos Curva de lactação. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-636.2142

-636.23

MARCOS AURÉLIO LOPES


ESTUDO DA CURVA DE LACTAÇÃO DE UM
REBANHO HOLANDÊS VARIEDADE PRETO E BRANCO
MANTIDO EM UM SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO


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

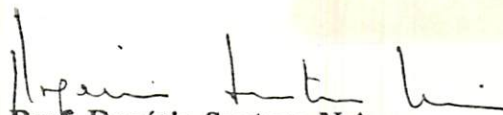
APROVADA em 26 de agosto de 1994


Dr. José Valente


Prof. Rúben Dély Veiga


Dr. Mário Luiz Martinez


Prof. Aloísio Ricardo P. da Silva


Prof. Rogério Santoro Neiva
(Orientador)

Ao meu saudoso pai, Orlando

E ao meu saudoso sogro, Dalvo

HOMENAGEIO

À minha esposa, Delmara

À minha mãe, Edwiges

Aos meus filhos, Lídia Mara e Marcos, que têm trazido indizível alegria e na verdade são uma "herança do Senhor "

DEDICO

Aos meus irmãos, Cássia, José Orlando, Marília, Raquel, Josué e Tânia

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao CNPGL (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite), pela cessão do banco de dados, que gerou o presente trabalho.

À CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por me ter contemplado com uma Bolsa de Estudos.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL pelos serviços prestados.

Aos funcionários do Setor de Métodos Quantitativos do CNPGL: Jorge, Carlos, Alexandre e Vagner pelo auxílio na tabulação de dados.

Aos funcionários do CPD - ESAL, Reginaldo, Marco e Eliana pelo auxílio.

Aos funcionários da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Maria Inês e Alencar Vasconcelos, por terem cuidado dos meus interesses funcionais enquanto estive realizando o mestrado.

Ao Prof. Ivan Antônio de Freitas, diretor da Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, pela ajuda em minha carreira profissional.

Ao amigo Lúcio Violin Junqueira e demais colegas do curso de mestrado em Zootecnia pela feliz convivência.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos professores Luiz Henrique de Aquino e André Luiz Zambalde, pelos ensinamentos.

Ao amigo Prof. Osvaldo José de Oliveira e sua esposa Rose, pela amizade e incentivo.

Ao Prof. Aloísio Ricardo P. da Silva, pela amizade, apoio e sugestões.

Ao co-orientador pesquisador Dr. Mário Luiz Martinez, pelas sugestões apresentadas.

Ao colega Tarcísio de Moraes Gonçalves, pela colaboração e auxílio.

Ao co-orientador, Dr. Ari Ferreira de Freitas, pela valiosa ajuda na codificação do banco de dados e pela confecção de parte dos programas computacionais para a realização das análises desse trabalho.

Ao co-orientador, Prof. Rúben Delly Veiga, pela confecção de parte dos programas computacionais para a realização das análises estatísticas desse trabalho, pelas sugestões apresentadas, pelos ensinamentos e pela orientação.

À Sra. Hebe Sabato Moscardini pela grande ajuda e apoio.

Ao Prof. Antônio Ilson Gomes de Oliveira, pelas sugestões, apoio e ensinamentos.

Ao acadêmico e ex-aluno Eduardo Dalava, pela recepção quando aqui cheguei.

À minha cunhada Dalva, e aos meus cunhados Martinho, Paulo, Ronaldo, Maurício e Djalma e à minha sogra, Dona Izabel, pelo apoio.

Ao amigo Prof. Antônio Donizette de Oliveira, grande companheiro de muitos anos, pelo incentivo, apoio e amizade.

À amiga Isa Aparecida Barbosa, pelo apoio, incentivo, amizade e grande ajuda.

Ao co-orientador, Dr. José Valente, pela amizade, pelas sugestões e grande paciência em me transmitir os primeiros ensinamentos de informática.

Aos irmãos na fé da Igreja Presbiteriana de Poços de Caldas e I Igreja Presbiteriana de Lavras, pelas orações a Deus.

Ao Prof. Rogério Santoro Neiva, meu orientador, por ter acreditado em mim, pela oportunidade que me concedeu, pela amizade e estímulo, pelos conhecimentos transmitidos e pelo treinamento que me ofereceu.

Aos meus irmãos, Cássia, José Orlando, Marília, Raquel, Josué e Tânia pelo incentivo e por terem em muito contribuído para que eu pudesse realizar meus estudos.

Ao meu amado, querido e saudoso pai, Sr Lopes, que muito trabalhou e não mediu esforços para a realização de meus estudos, pelo exemplo que deu aos filhos, pela sua honra e dignidade.

Aos meus filhos, Lídia Mara e Marcos, pela compreensão e por me terem dado parte do tempo que era deles.

À minha querida e amada mãe, Dona Edwiges, pelas orações a Deus, pela educação que me ofereceu, pelo apoio e incentivo durante toda a minha vida, pelo exemplo que tem dado aos filhos.

À minha querida e amada esposa, Delmara, a quem devo grande parte desse título que hoje recebo. Pelo carinho, apoio, incentivo, compreensão, amizade, pela valiosa ajuda em todas as atividades que realizei durante o curso e também pela digitação dessa tese.

Por fim, agradeço ao Senhor Deus. Agradeço-Lhe pela saúde, disposição e força de vontade, por me ter dado uma família tão maravilhosa e por me ter concedido o privilégio de conhecer e viver com essas pessoas.

BIOGRAFIA

Marcos Aurélio Lopes, filho de Orlando José Lopes e Maria Edwiges Fonseca Lopes, nasceu em Boa Esperança, MG, aos 14 de agosto de 1963.

Em 1981 obteve o título de Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Machado.

Em 1982 ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde obteve o título de Licenciado em Ciências Agrícolas em 1985.

Foi admitido na Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho em 1985, onde exerceu o cargo de professor de Bovinocultura Leiteira e coordenador da Unidade Educativa de Produção UEP - Zootecnia III até março de 1992, quando então licenciou-se de suas atividades para iniciar o curso de Pós-Graduação, a nível de Mestrado, em Zootecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, que concluiu em agosto de 1994.

Em junho de 1994 foi transferido para o Departamento de Medicina Veterinária da Escola Superior de Agricultura de Lavras, onde exerce suas atividades de professor de Bovinocultura Leiteira.

SUMÁRIO

| | página |
|---|--------|
| LISTA DE FIGURAS..... | ix |
| RESUMO..... | x |
| SUMMARY..... | xii |
| 1- INTRODUÇÃO..... | 01 |
| 2- REVISÃO DE LITERATURA..... | 03 |
| 2.1 - Equações algébricas propostas para descrever a curva de lactação | 03 |
| 2.2 - Considerações básicas sobre o pico de produção e a persistência da lactação | 05 |
| 2.3 - Fatores de meio que influenciam a forma da curva de lactação e a produção total | 07 |
| 2.3.1 - Estação de parição..... | 07 |
| 2.3.2 - Ano de parição..... | 09 |
| 2.3.3 - Ordem de parto e/ou idade da vaca ao parto..... | 09 |
| 2.3.4 - Duração do período de serviço..... | 11 |
| 2.3.5 - Duração da lactação..... | 12 |
| 2.4 - Fatores genéticos que influenciam a forma da curva de lactação..... | 13 |
| 3- MATERIAL E MÉTODOS..... | 15 |
| 3.1 - Material..... | 15 |
| 3.1.1 - Origem dos dados..... | 15 |
| 3.1.2 - O sistema de produção..... | 16 |
| 3.1.3 - Descrição e codificação dos dados..... | 17 |
| 3.2 - Métodos de análise | 18 |

| | |
|--|----|
| 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 21 |
| 4.1 - Escolha da curva de melhor ajuste..... | 21 |
| 4.2 - Estação de parição..... | 24 |
| 4.3 - Ano de parição..... | 29 |
| 4.4 - Ordem de parto..... | 31 |
| 4.5 - Período de serviço..... | 32 |
| 4.6 - Duração da lactação..... | 34 |
| 4.7 - Grupo genético | 35 |
| 5- CONCLUSÕES..... | 37 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 38 |

LISTA DE FIGURAS

| | página |
|--|---------------|
| FIGURA 1 - Curvas de lactações estimadas através das regressões das funções tipo gama incompleta e exponencial parabólica..... | 23 |
| FIGURA 2 - Curvas de lactações estimadas pela função tipo incompleta, segundo a estação de parição..... | 25 |
| FIGURA 3 - Curvas de lactações estimadas pela função tipo incompleta, segundo o ano de parição..... | 30 |
| FIGURA 4 - Curvas de lactações estimadas pela função tipo incompleta, segundo a ordem de parto..... | 31 |
| FIGURA 5 - Curvas de lactações estimadas pela função tipo incompleta, segundo a duração do período de serviço..... | 33 |
| FIGURA 6 - Curvas de lactações estimadas pela função tipo incompleta, segundo o grupo genético..... | 36 |

RESUMO

LOPES, Marcos Aurélio. **Estudo da curva de lactação de um rebanho Holandês variedade preto e branco mantido em um sistema intensivo de produção.** Lavras, ESAL, 1994. 42p. (Dissertação Mestrado em Zootecnia)*

Os objetivos do trabalho foram selecionar entre as funções exponencial parabólica (Sikka) e tipo gama incompleta (Wood) a que melhor se ajustasse aos dados de controles leiteiros semanais e estudar os efeitos de alguns fatores sobre a forma de curva de lactação (parâmetros: a, constante associada com a produção média no início da lactação; b, taxa média de ascensão da produção até atingir a produção máxima; e c, taxa média de declínio da produção após atingir o pico) e características: pico, produção máxima e persistência) de vacas da raça holandesa, variedade preto e branco, mantidas em sistema intensivo de produção. Os dados provenientes do SIPL (Sistema Intensivo de Produção de Leite) - EMBRAPA, Brasília - DF, reúnem 13.929 registros de controle leiteiro semanal, de 311 lactações de 177 vacas PO e PC, iniciadas e encerradas entre 1985 e 1989. Utilizou-se o modelo estatístico que continha os fatores de ano de parto (AP), estação de parto (EP), grupo genético (GG), ordem de parto (OP), duração do período de serviço (PS) e duração da lactação (DL). O estudo dos fatores sobre os parâmetros e características da curva de lactação foram feitos pelo método dos quadrados mínimos, através do procedimento GLM - SAS. A função que melhor se ajustou aos dados foi a do tipo gama incompleta com $R^2 = 0,5067$, sendo a curva estimada pela função exponencial parabólica considerada atípica, com estimativa negativa para o parâmetro b. A EP não influenciou nenhum

* Orientador: Rogério Santoro Neiva. Membros da Banca: José Valente, Rúben Delly Veiga, Mário Luiz Martinez e Aloísio Ricardo Pereira da Silva

dos parâmetros e características estudadas. O AP não influenciou o pico e persistência ($P_{3:1}$, que é uma proporção da produção de leite do terceiro período de 100 dias depois do parto expressa como porcentagem da produção obtida durante os 100 primeiros dias). O GG não influenciou a produção inicial (\underline{a}), o parâmetro \underline{c} e a persistência ($P_{3:1}$). A OP apenas não influenciou o parâmetro \underline{b} . O PS influenciou apenas \underline{a} e a persistência ($P_{2:1}$, que é uma proporção da produção de leite do segundo período de 100 dias depois do parto expressa como porcentagem da produção obtida durante os 100 primeiros dias).

SUMMARY

STUDY OF THE LACTATION CURVE OF A HOLSTEIN HERD, BLACK AND WHITE IN AN INTENSIVE PRODUCTION SYSTEM

This work was carried out to select between parabolic exponential function (Sikka) and the incomplete gamma type function (Wood) that which best fitted to the data of weekly dairy controls and study the effects of a some factors on the shape of the lactation curve (parameters: a , constant associated with the average yield at the beginning of lactation; b , average rate of rise of the yield until it reaches the maximum yield; c , average rate of fall of the yield after it reached the peak; and characteristics: peak, maximum yield and persistence) of cows of the Holstein breed, black and white, kept in an intensive production system. The data from the MPIS (Milk Production Intensive System) - EMBRAPA, Brasília-DF, were 13,929 weekly dairy control records, of 177 purebred and upgraded cows, being 311 lactations started and finished between 1985 and 1989. A statistical model containing factors of year of calving (Y), season of calving (S), genetical group (GG), parity (P), days open (D) and lactation length (LL) was utilized. The least squares analysis was used to evaluation the factors on parameters and characteristics of the lactation curve, by means of the GLM-SAS procedure. The function that best fitted to the data was incomplete gamma type with $R^2 = 0.5067$, being that the estimated curve by parabolic exponential function was considered atypical, with negative

estimates for parameter b. The S effect was found. The Y effect did not influence both peak and persistency ($P_{3:1}$, which is a proportion of the milk yield of the third period of 100 days after calving expressed as a percentage of the yield obtained during the first 100 days). The GG effect did not influence initial yield (a), parameter c and persistency. The P effect only did not influence parameter b. The D effects are significant only on persistency ($P_{2:1}$, which is the proportion of the milk yield of the latter period of 100 days after calving expressed as a percentage of the yield obtained during the first 100 days).

1 INTRODUÇÃO

O leite constitui uma importante fonte de nutrientes na alimentação humana. A crescente demanda deste produto tem feito com que o homem busque sistemas mais intensivos de explorações leiteiras.

Inúmeros pesquisadores, já há muitos anos, têm procurado conhecer o comportamento da produção de leite ao longo do tempo em que transcorre a lactação. Os resultados mais significativos de tais estudos foram obtidos nos últimos 27 anos, onde se destacam os trabalhos realizados por Wood (1967, 1968, 1969, 1972 e 1976), Keown e Van Vleck (1973) e Molina e Boschini (1979), onde procuraram obter modelos e equações capazes de representar a curva de lactação com um grande nível de exatidão.

Entende-se por curva de lactação a representação gráfica da produção diária de leite de uma vaca em função do tempo de lactação, normalmente 305 dias ou 10 meses. Em geral, tal curva apresenta um segmento ascendente (período curto, com duração aproximada de 30 a 90 dias) que se inicia após o parto e vai até o pico de produção (produção máxima na lactação), quando, então, começa um segmento descendente (período longo) que termina com a secagem da vaca devido à proximidade do parto (7 meses de gestação) ou pela baixa produção.

O estudo da curva de lactação de uma vaca ou de grupos de vacas é muito útil, pois quando uma função algébrica é usada para descrever uma curva de lactação, as produções de

Jato do grande avanço tecnológico

leite, gordura e proteína e percentagens de proteína, gordura (Stanton et al., 1992) e lactose (Morant e Gnanasakthy, 1989), as mesmas podem ser previstas em qualquer estágio da lactação. Podem-se prever, também, as quantidades de alimento suplementar a ser adquirido e fornecido aos animais, para melhorar a eficiência do manejo. Ponto também de relevância, é a predição da produção total de leite da vaca, a partir de registros parciais e/ou incompletos, o que permite identificar, antecipadamente, as vacas potencialmente mais produtivas de um rebanho. Isto irá proporcionar a escolha antecipada de machos como futuros tourinhos e a escolha precoce das fêmeas de reposição dentro do rebanho, o que permite a tomada de decisões sobre descarte dos animais. Outra vantagem da previsão da produção total para lactações em andamento, é o aumento do número de filhas que serão utilizadas na avaliação de touros.

Economicamente, a forma da curva de lactação é de relativa importância, haja visto ser preferível um animal que produza a um nível moderado por um período prolongado, em relação a outro que tenha uma grande produção no início da lactação, mas que decresce rapidamente (Johansson e Rendel, 1972).

Por serem escassas as informações referentes aos fatores de meio ambiente que afetam a forma da curva de lactação, em rebanhos brasileiros, constituem objetivos deste estudo: selecionar, entre os modelos tipo-gama e exponencial parabólico, aquele que apresenta melhor ajuste à curva de lactação de um rebanho Holandês mantido em um sistema intensivo de produção em Brasília - DF; bem como verificar os efeitos da estação de parição, ordem de parto, grupo genético, duração do período de serviço, duração da lactação e ano de parto sobre o pico de produção, produção máxima, persistência da lactação e os parâmetros da curva: a (constante associada com a produção média no início da lactação), b (taxa média de ascensão da produção até atingir a produção máxima), e c (taxa média de declínio da produção após atingir o pico).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Equações algébricas propostas para descrever a curva de lactação

O primeiro modelo para descrever a curva de lactação foi proposto por Brody, Ragsdale e Turner (1923). É uma função exponencial cuja equação é $Y_t = A e^{-kt}$, onde Y_t é a produção de leite no mês t , e a base dos logaritmos neperianos e, A e k são constantes, sendo A a produção de leite inicial ($t=0$) e k a taxa de declínio por mês. Assume-se que esta taxa (k) seja constante e que a produção de leite decresce sempre no decorrer da lactação. Em vista disso, esta equação não proporciona um bom ajuste, haja visto que se pode observar um pico de produção.

O modelo de Sikka (1950) descrito através da função exponencial parabólica é uma melhoria do modelo de Brody, Ragsdale e Turner (1923), cuja equação é $Y = A e^{bt + ct^2}$, onde Y representa a produção média de leite no instante t e A , b e c são parâmetros que determinam a forma da curva, sendo e a base dos logaritmos neperianos.

Nelder (1966) descreveu a curva de lactação como uma família de curvas polinomiais inversas, onde uma delas possui a forma: $Y_x = X (b_0 + b_1x + b_2x^2)^{-1}$ onde Y_x é a produção na semana x e b_0 , b_1 e b_2 são constantes.

Wood (1967) apresentou o modelo $Y = At^b e^{-ct}$ que é uma curva do tipo gama incompleta, que pode ser usada em um único animal ou em grupo de animais, como uma primeira tentativa para descrever uma lactação inteira, onde Y é a produção média de leite no instante t e A , b e c são parâmetros que determinam a forma da curva de lactação e e a base dos logaritmos neperianos.

Bianchini Sobrinho (1984) apresentou a equação: $Y = A + BT + C 1/t$, que, dadas as suas características, a denominou modelo linear hiperbólico, como uma alternativa para descrever uma lactação completa, com bom grau de ajustamento.

Outros autores, como Keown e Van Vleck (1973) e Molina e Boschini (1979), apresentaram outros modelos com o objetivo de obter um bom ajuste.

Cobby e Le Du (1978), utilizando o modelo de Wood (1967), em 36 lactações, verificaram que os dados não transformados proporcionam um melhor ajuste, mas salientam que a análise não linear é computacionalmente mais complexa e demorada. Tal complexidade e demora é devida a utilização de processo iterativo, que pressupõe estimativas iniciais dos parâmetros do modelo.

Morant e Gnanasakthy (1989) verificaram que a estimativa dos parâmetros por técnicas não lineares levou a sérias dificuldades computacionais.

2.2 - Considerações básicas sobre o pico de produção e a persistência da lactação

No estudo de curvas de lactação (análise e comparação) é muito comum fazer considerações sobre aspectos básicos e práticos, tais como o pico de produção e a permanência da produção após o pico. Tais aspectos podem ser calculados a partir da equação da curva de lactação. Wood (1967) define pico de produção como sendo a produção máxima da curva de lactação. O mesmo autor (1968) define a persistência da lactação como a extensão pela qual o pico de produção é mantido.

Para o modelo tipo gama proposto por Wood (1967), o pico de produção ocorre para $t = b/c$ semanas. O valor da produção máxima é $Y = a (b/c)^b e^{-b}$ Kg de leite, e a persistência é calculada por: $\ln S = -(b + 1) \ln c$.

Para o modelo de Sikka (1950), que é uma função exponencial parabólica, o pico de produção ocorre para $t = -b/2c$ semanas, devendo b e c apresentarem sinais contrários. O valor da produção máxima é $Y = A e^{-b + 2/4 c}$ Kg de leite.

Diversos pesquisadores têm procurado obter métodos eficientes para calcular a persistência da curva de lactação, objetivando obter uma maneira eficaz para analisar o comportamento produtivo de uma vaca, grupo ou até mesmo de um rebanho, pois não há dúvida de que a persistência tem grande valor econômico na produção de leite (Brody, Turner e Ragsdale (1924), Sanders (1930), Johansson e Hansson (1940) citados por Johansson e Rendel (1972), Mahadevan (1951), Wood (1967), Madsen (1975), Gravert e Baptist (1976), Cobby e Le Du (1978), Sölkner e Fuchs (1987) e Pedraza e Rodriguez (1988)).

Alguns estudiosos estabeleceram índices que medem a persistência da lactação através de proporções estabelecidas entre produções de diferentes períodos e outros a calcularam através de expressões matemáticas.

Entre animais com o mesmo rendimento total na lactação, as vacas que mantêm uma produção diária mais constante, são as que apresentam maiores vantagens econômicas. Isto porque podem manter-se alimentadas com menos alimentos concentrados no inverno e são capazes de satisfazer seus requerimentos nutricionais mediante pastejo no verão, melhor que vacas com uma produção diária elevada durante o primeiro mês de lactação, porém, logo depois, secam (Johansson e Rendel, 1972). Além disso, tais animais são menos propensos a sofrer transtornos metabólicos e reprodutivos (Sölkner e Fuchs, 1987).

Uma medida prática de persistência foi sugerida por Johansson e Hansson (1940), citados por Johansson e Rendel (1972), onde utilizaram uma simples proporção de produção de leite do segundo período de 100 dias depois do parto, expressa como porcentagem da produção, obtida durante os 100 primeiros dias de lactação, bem como uma proporção da produção de leite do terceiro período de 100 dias depois do parto, expressa em porcentagem. Estas proporções refletem os graus de diminuição do rendimento desde os primeiros 100 dias até os períodos de 200 e 300 dias seguintes.

Através dos parâmetros b e c , da função gama incompleta, Wood (1967 e 1968), propôs um fator para medir a persistência, dado por: $S = c^{-(b+1)}$, ou ainda: $\ln S = -(b+1) \ln c$. Para animais com a mesma produção inicial ou valores bastante semelhantes do parâmetro a , a persistência pode ser facilmente convertida em quantidade de leite (galão, kg, libra, etc.), sendo, portanto, uma maneira útil na comparação de animais.

A forma da curva (persistência da produção) é difícil de se medir satisfatoriamente e é influenciada por diversos fatores não genéticos, principalmente a ordem de parto, nível nutritivo e intervalo de partos (Johansson e Rendel, 1972).

2.3 - Fatores de meio que influenciam a forma da curva de lactação e a produção total

Sabe-se que nem todas as vacas ou grupos de vacas possuem uma curva de lactação de forma padrão. A magnitude dos parâmetros que determinam sua forma varia segundo a influência de diferentes fatores genéticos e de meio.

A idade, o intervalo de partos, o manejo e a época do parto foram os fatores que mais afetaram a forma da curva de lactação, com percentuais de 2,5 ; 4,2 ; 5,4 e 74,9; respectivamente, segundo Wood (1971 - 1972), citado por Rodriguez (1988), em trabalho realizado com 1567 lactações de vacas da raça Holandesa.

2.3.1 - Estação de parição

Trabalhando com 161 lactações de um rebanho de vacas holandesas britânicas, confinadas o ano todo, Wood (1972), verificou que não houve variação aparente entre as médias de persistência e a semana em que ocorreu o pico de produção para animais que pariram nos diferentes meses do ano. Sugere que a forma da curva foi substancialmente a mesma para todas as vacas, independentemente da data de parição, depois de eliminado o efeito da ordem de parto. Comparando rebanhos com manejo tradicional (não estabulados) e estabulados, observou ser muito menos evidente a variação estacional nestes, do que naqueles. Isto no que diz respeito a persistência e semana em que ocorre o pico.

Efeito significativo ($p < 0,01$) para os parâmetros a, b e c da curva, foram verificados por Madalena, Martinez e Freitas (1979), os quais estudaram 870 lactações de vacas holandesas e

suas mestiças no Estado do Rio de Janeiro. Estes pesquisadores observaram que as vacas paridas na estação chuvosa (outubro a março) tiveram uma produção inicial (a) mais alta e, também, uma taxa de declínio mais rápida (c) comparadas às da estação seca. A curva da estação chuvosa foi praticamente linear, ocorrendo o pico no primeiro dia, enquanto que na estação seca o pico ocorreu no 13º dia.

Estudando registros de produção de leite medidos semanalmente de 178 primeiras lactações na Suécia, Strandberg e Lundberg (1991) obtiveram efeitos significativos ($p < 0,01$) para os três parâmetros da curva e a diferença de produção entre a melhor estação (maio) e a menos favorável (novembro), foi ao redor de 5,0 Kg.

A estação de parto não influenciou nenhum dos parâmetros e características estudadas (pico, produção máxima e persistência), segundo Durães, Teixeira e Freitas (1991), que estudaram 236 lactações de vacas holandesas mantidas em regime de confinamento. Estes atribuíram tal fato ao mesmo manejo e alimentação em ambas as estações.

Estudando, pelo método dos quadrados mínimos, 1710 lactações de vacas holandesas, variedade preta e branca, no Estado de São Paulo (Vale do Paraíba), Queiroz et al (1991) encontraram efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para produção inicial e persistência. As maiores produções iniciais foram obtidas quando o parto ocorreu no verão e primavera, ao passo que as maiores persistências foram obtidas quando os partos ocorreram no outono e inverno.

2.3.2 - Ano de parição

O ano de parto influenciou altamente os três parâmetros da curva, em trabalho realizado por Congleton e Everett (1980b), quando estudaram 49633 lactações de vacas da raça holandesa. Resultados semelhantes foram obtidos por Durães, Teixeira e Freitas (1991), onde verificaram que o ano de parto influenciou ($P < 0,01$) os parâmetros a, b e c, além da persistência e produção máxima e não influenciou ($P > 0,01$), o mês em que ocorre o pico de produção. Entretanto, Rowlands, Lucey e Russel (1982), estudando 468 lactações de vacas holandesas amostradas semanalmente entre 1976 e 1979, mostraram que o ano de parição não influenciou nenhum dos parâmetros estudados (a, b e c), persistência, semana em que ocorre o pico e produção total.

A produção inicial, a produção ao pico, a persistência, bem como a produção total foram influenciadas ($P < 0,05$) pelo ano de parto, quando Queiroz et al (1991) estudaram 1710 lactações de vacas da raça Holandesa, variedade preto e branca, no Estado de São Paulo. Tais autores atribuíram estes efeitos a variações de temperatura, precipitação pluviométrica e luminosidade, que influenciam a qualidade e quantidade das forrageiras, mudanças de manejo e composição genética do rebanho, além dos aspectos sanitários dos animais.

2.3.3 - Ordem de parto e/ou idade da vaca ao parto

A ordem de parto afetou significativamente apenas a produção inicial (a), em estudo realizado por Madalena, Martinez e Freitas (1979), com 870 lactações de vacas da raça holandesa

e suas mestiças, no Estado do Rio de Janeiro. Estes autores verificaram que as novilhas de primeira ordem tiveram uma produção inicial mais baixa do que as demais ordens, que não diferiram estatisticamente entre si. Já Rowlands, Lucey e Russel (1982), em 468 lactações de vacas da raça holandesa, amostradas semanalmente, observaram que os três parâmetros (a, b e c), variaram estatisticamente com o número de lactação ($P < 0,001$). Em tal estudo o parâmetro a aumentou da primeira até a quarta lactação, e b e c foram menores na primeira lactação. A persistência foi maior na primeira lactação do que nas demais (segunda a quinta), onde não houve diferença significativa entre os valores. Vacas na quinta lactação tiveram o pico aproximadamente 6 dias atrasados quando comparadas com as de segunda lactação, que tiveram um pico três semanas mais cedo do que as de primeira lactação.

Estudando 415 lactações de vacas holandesas em Cuba, sob clima tropical, Rodriguez (1987) encontrou valores altos e semelhantes para persistência quando comparou primeira, segunda e terceira lactações.

Queiroz et al. (1991), estudando 1710 lactações de vacas da raça holandesa, variedade preto e branca, no Estado de São Paulo, mostraram que a idade ou ordem de parição tiveram grande influência na produção inicial, produção máxima, persistência e produção total, sendo a regressão quadrática a que melhor explicou este efeito. Atribuem tais fatos, principalmente, a características fisiológicas que propiciam desempenhos máximos quando os animais atingem a maturidade, à exceção da persistência, que atingiu o seu máximo na primeira ordem de parto.

A ordem de parto influenciou significativamente ($P < 0,01$) os parâmetros a e c, além da persistência, época do pico e produção máxima. Os animais de primeira ordem tiveram uma produção inicial menor, pico mais tardio e maior persistência, enquanto que nas demais ordens (segunda a quarta) não houve diferença significativa. Quanto a produção máxima da terceira e

quarta ordem, que não diferiram entre si, foram estatisticamente superiores a de primeira e segunda, segundo Durães, Teixeira e Freitas (1991), que estudaram 236 lactações de vacas da raça holandesa mantidas sob confinamento .

2.3.4 - Duração do período de serviço

Trabalhando 49633 lactações de vacas da raça Holandesa, Congleton e Everett (1980b) verificaram que período de serviço influenciou significativamente o parâmetro c para a primeira lactação e os parâmetros b e c para a segunda lactação, não influenciando nenhum dos parâmetros para a terceira ou demais lactações.

Aplicando a função gama modificada em 397 primeiras lactações de animais holandeses, Guernsey e mestiços em Illinois, Grossman, Kuck e Norton (1986) afirmam que o maior efeito do período de serviço deveria ser esperado nos coeficientes que afetam a parte descendente da curva (c), mas em seu trabalho, o período de serviço não mostrou efeito significativo em nenhum dos coeficientes. No entanto, De Boer et al. (1989), utilizando a função multi-fásica para estudar a produção de leite e gordura de 97850 registros de vacas holandesas, em Israel, verificaram que o período de serviço teve um maior efeito sobre a época em que ocorre o pico de produção. Para a primeira ordem de parto, o tempo do pico aumentou com o aumento do período de serviço.

A duração do período de serviço não influenciou ($P > 0,01$) nenhum dos parâmetros (a , b e c) e nenhuma das características estudadas (persistência, época em que ocorre o pico e produção máxima), em trabalho realizado por Durães, Teixeira e Freitas (1991), com 236

lactações de vacas da raça holandesa mantidas em confinamento. Tais autores verificaram que para o período de serviço mais curto (menor que 50 dias) a persistência foi menor, enquanto que nas demais classes não houve diferença ($P > 0,05$). Quanto a produção máxima, observaram que esta foi maior quando o período de serviço foi de 50 - 99 dias.

2.3.5 - Duração da lactação

Estudando 50 lactações de vacas mestiças Holandesas x Bunaji, na Nigéria, entre os anos de 1977 e 1978, Abubakar e Burvanendran (1981) constataram que a duração da lactação influenciou ($P < 0,05$) o parâmetro \underline{h} e os parâmetros \underline{a} e \underline{c} , além da persistência ($P < 0,01$). Estes autores verificaram que as lactações mais curtas apresentaram um rápido aumento até o pico, com valores altos de \underline{h} e também um declínio acentuado, caracterizando baixa persistência. Observaram que a persistência aumentou com o aumento da duração da lactação. Sugerem que esta variável pode ser usada como critério de descarte de fêmea por baixa produção nos trópicos, onde os registros de controle leiteiro não estão disponíveis.

Trabalhando com registros de produções diárias de 255 vacas de diferentes rebanhos nos Estados Unidos da América, Anderson, Mao e Gill (1989) utilizaram a duração da lactação como covariável. Estes autores observaram que, quando os três parâmetros foram analisados conjuntamente, através de análise multivariada, a duração da lactação influenciou ($P < 0,001$) a forma da curva, o mesmo não acontecendo quando os parâmetros foram analisados individualmente.

Segundo Durães, Teixeira e Freitas (1991), que estudaram 236 lactações de vacas da raça Holandesa mantidas em confinamento, apenas o parâmetro c e a persistência foram afetados pela duração da lactação ($P < 0,01$), não havendo diferença significativa, no que tange a persistência, nas lactações com mais de 10 meses de duração. Estas tiveram a maior produção máxima e o pico ocorreu mais tardiamente (2,4 meses). Os mesmos autores mostraram que quanto maior for a duração da lactação, maior é a produção de leite.

2.4 - Fatores genéticos que influenciam a forma da curva de lactação

No estudo de grupo genético as literaturas nacional e estrangeira consultadas são escassas em informações referentes a comparações de animais puros de origem (PO) e puros por cruzamento (PC), no que tange à curva de lactação (à exceção feita para estudos de produção total), havendo, portanto, numerosos trabalhos comparando animais puros (holandeses) com seus mestiços de diferentes grupos genéticos.

Trabalhando com animais da raça Holandesa e seus mestiços, Neiva (1977) não verificou diferença significativa entre puros de origem e puros por cruzamento, no que se refere a produção total. Contudo, Ribas et al. (1983), estudando, 4490 lactações de 2152 vacas holandesas variedade preta e branca no município de Castro, PR, verificaram que os animais puros por cruzamento (GC1, 2, 3 e 4) apresentaram maior produção média, superando os puros de origem.

O grupo genético influenciou apenas os parâmetros a e c ($P < 0,05$), onde os animais puros tiveram produção inicial mais baixa e uma taxa de declínio da produção maior, quando

comparados com os mestiços. Tal fato foi constatado por Madalena, Matinez e Freitas (1979) em trabalho conduzido no Estado do Rio de Janeiro, com 870 lactações de vacas da raça holandesa e suas mestiças.

Estudando 408 lactações de 123 vacas da raça Holandesa e suas mestiças, Couto (1986) verificou que os animais puros por cruza tiveram uma produção máxima (pico) maior que os animais puros de origem, tanto na estação seca como na chuvosa. Verificou, ainda, que em ambas as estações as produções iniciais dos puros por cruza foram superiores aos puros de origem. Quanto ao parâmetro c , em termos de valores absolutos, os puros por cruza foram superiores, o que indica que foram menos persistentes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

3.1.1 - Origem dos dados

Os dados utilizados no presente estudo são provenientes do rebanho do SIPL (Sistema Intensivo de Produção de Leite), Fazenda Tamanduá, pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizado em Brasília - DF. O referido rebanho é constituído por vacas da raça Holandesa com composição racial que varia desde GC1 (geração controlada número 1) a GHB (gado holando-brasileiro) e puras de origem (PO). Reúne 13929 registros de controle leiteiro de 311 lactações de 177 vacas, todas iniciadas e encerradas entre Janeiro de 1985 e Setembro de 1989.

Este sistema está localizado a 15° 47' latitude sul e a 47° 56' de longitude oeste de Greenwich. A temperatura mínima e máxima registrada no período de 1985 a 1989 foi de 10,0°C, no mês de junho e de 30,7° C em outubro, respectivamente. O mês de maior e menor precipitação pluviométrica foi janeiro e julho com 298,8 e 9,3 mm, respectivamente, o que pode ser observado na tabela 1.

TABELA 1: Médias mensais de temperatura compensada (TMC) e precipitação pluviométrica (PP) do município de Brasília - DF, do período de 1985 a 1989.

| Meses | T M C (° C) | PP (mm) | Meses | T M C (° C) | PP (mm) |
|-----------|-------------|---------|----------|-------------|---------|
| Janeiro | 21,8 | 211,6 | Julho | 18,6 | 9,3 |
| Fevereiro | 21,6 | 202,7 | Agosto | 20,2 | 25,0 |
| Março | 21,5 | 195,6 | Setembro | 21,9 | 50,9 |
| Abril | 21,5 | 130,0 | Outubro | 22,2 | 137,6 |
| Maiο | 20,4 | 24,8 | Novembro | 21,4 | 155,0 |
| Junho | 18,5 | 11,7 | Dezembro | 22,0 | 298,8 |

FONTE: Boletim Agroclimatológico Mensal (1985/89)

3.1.2 - O sistema de produção

A área do SIPL era de 100 hectares destinados às benfeitorias e às culturas de forrageiras para obtenção de silagens e fenos. As instalações tipo " free stall " possuíam quatro currais, onde os animais em lactação eram mantidos, divididos em grupos, de acordo com o período de lactação. No curral número 1 permaneciam as vacas com até 100 dias de lactação, quando então eram rigorosamente observadas com o intuito de se diagnosticar o cio; as vacas de 100 a 180 dias, no curral número 2; as de 180 a 250 dias no curral número 3 e as com períodos maiores de 250 permaneciam no curral número 4 até a secagem, quando então eram levadas para outro " free stall ".

Uma semana antes do parto a vaca era transferida para a maternidade.

Efetua-se a inseminação artificial no primeiro cio 45 dias após o parto e diagnósticos de gestação, através da palpação retal, 60 dias após a inseminação.

As ordenhas eram realizadas duas vezes ao dia, mecanicamente em uma sala de ordenha tipo "espinha de peixe" duplo 8, a intervalos de 10 e 14 horas entre uma e outra. O controle leiteiro (pesagens) era realizado semanalmente e as produções individuais eram anotadas em fichas.

As vacas alimentavam-se de silagem de milho, feno de "coast cross" e feno das forrageiras de inverno aveia e azevém. A mistura de concentrados era constituída basicamente de fubá de milho, farelo de arroz, farelo de algodão e farelo de soja. Os concentrados e minerais eram ministrados em função das exigências nutricionais dos animais.

O controle sanitário consistia de um esquema de vacinação (paratifo, carbúnculo sintomático, febre aftosa, brucelose), exame anual de tuberculose e brucelose, combate a ectoparasitas, vermifugação três vezes ao ano, realização mensal do CMT (Califórnia Mastit Test) e uso de caneca telada antes de cada ordenha.

3.1.3 - Descrição e codificação dos dados.

Após descartadas todas as lactações incompletas (aquelas que não possuíam datas de início e/ou datas de final), bem como todos os intervalos de partos menores que 300 dias e maiores que 730 dias e também as lactações iniciadas no ano de 1989 (em número de 11), por serem consideradas um número reduzido quando comparadas aos demais anos, os dados foram

divididos em classes, objetivando melhor estudo de alguns fatores sobre os componentes da curva de lactação:

- os animais foram divididos de acordo com os grupos genéticos, sendo o grupo 1 constituído de animais PO e o grupo 2 de animais PC (GC1 a GHB);
- no que tange às ordens de parto, foram divididos em vacas de primeira ordem que pariram até 42 meses de idade e vacas com mais de 42 meses ao parto, constituindo as classes 1 e 2, respectivamente;
- o período de serviço em 4 classes, a saber: menor que 50 dias, de 50 a 98 dias, de 99 a 148 e 149 a 450 dias, constituindo as classes 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Para se estimar os períodos de serviço usou-se a fórmula : $PS = IEP - 280$ dias, onde PS é período de serviço; IEP o intervalo entre 2 partos consecutivos (em dias); e 280 dias, o período médio de gestação na raça holandesa.

3.2 - Métodos de análise

Foram utilizadas duas funções algébricas com a finalidade de se determinar, a partir dos respectivos valores do coeficiente de determinação (R^2), o modelo que melhor se ajustasse aos dados, visando ao estudo da forma da curva de lactação, pico, persistência e produção máxima.

As funções utilizadas no estudo foram:

1 - Função exponencial parabólica (Sikka, 1950):

$$Y_t = A e^{bt + ct^{**2}}$$

que foi linearizada por uma transformação logaritma, resultando em: $\log Y_t = \log A + bt + ct^2$.

2 - Função tipo gama (Wood, 1967):

$$Y_t = A t^b e^{-ct}$$

que foi linearizada por transformação logaritma, resultando em: $\log Y_t = \log A + b \log t - ct$.

Onde,

Y_t = estimativa de produção média diária de leite na semana t de lactação;

e = base dos logaritmos neperianos;

A , b e c = constantes específicas de cada modelo, que indicam :

A = constante associada com a produção média no início da lactação;

b = taxa média de ascensão da produção até atingir a produção máxima na lactação;

c = taxa média de declínio da produção após atingir o pico da lactação.

Doravante, o parâmetro $\ln A$ será referido apenas por a . Os parâmetros foram estimados pelo método dos quadrados mínimos, através de regressão linear múltipla. Em função da curva que obteve o melhor ajuste foi realizado, pelo procedimento G.L.M. (General Linear Models) - SAS (1989ab), o estudo dos fatores de meio que influenciam a forma da curva de lactação através dos parâmetros a , b e c , além das características: pico (época em que este ocorre), produção máxima e persistência. A persistência foi calculada pelo método de Wood (1967) pela fórmula: $\ln S = -(b + 1) \ln c$, e também pelo método proposto por Johansson e Hansson (1940), citados por Johansson e Rendel (1972), onde $P_{2:1}$ é uma proporção da produção de leite do segundo período de 100 dias depois do parto expressa como porcentagem da produção obtida durante os 100 primeiros dias e $P_{3:1}$ uma proporção da produção de leite do terceiro período de 100 dias depois do parto expressa como porcentagem da produção obtida durante os 100 primeiros dias.

O modelo estatístico utilizado no presente estudo foi:

$$Y_{ijklmn} = \mu + AP_i + EP_j + GG_k + OP_l + PS_m + b(DL_{ijklmn} - \overline{DL}) + \varepsilon_{ijklmn}$$

onde,

Y_{ijklmn} = observação (parâmetro a , b e c e as características: pico, persistência, produção máxima, $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$) da lactação n , da vaca de período de serviço m , da ordem de parto l , do grupo genético k , que pariu na estação j , do ano i ;

μ = média geral;

AP_i = efeito fixo do ano de parto, sendo $i = 1985, 1986, 1987$ e 1988 ;

EP_j = efeito fixo da estação de parição, sendo $j =$ chuvosa e seca;

GG_k = efeito fixo do grupo genético, sendo $k = PO$ e PC ;

OP_l = efeito fixo da ordem de parto, sendo $l =$ vacas de primeira ordem que pariram até 42 meses de idade e vacas com mais de 42 meses ao parto;

PS_m = efeito fixo da duração do período de serviço em classes, sendo $m = 1, 2, 3$ e 4 ;

b = coeficiente de regressão linear da observação em função da duração da lactação;

DL_{ijklmn} = duração da lactação n , da vaca de período de serviço m , da ordem de parto l , do grupo genético k , que pariu na estação j , do ano i ;

\overline{DL} = médias das durações das lactações;

ε_{ijklmn} = erro associado a cada observação, independente e normalmente distribuído, com média zero e variância σ_e^2

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Escolha da curva de melhor ajuste

Observou-se que os dados ajustaram-se melhor à função tipo gama incompleta (Wood, 1967) com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,5067 e coeficiente de variação (CV) de 10,77% comparada à função exponencial parabólica (Sikka, 1950), cujo R^2 foi de 0,4819 e o CV de 11,04%. Muito embora a diferença entre elas não tenha sido expressiva, no que se refere aos valores de CV, R^2 e raiz do quadrado médio do erro (\sqrt{QME}), a curva estimada pela função exponencial parabólica apresentou-se atípica, com estimativa negativa para o parâmetro b , sendo, portanto, a função tipo gama incompleta considerada a que melhor se ajustou aos dados de controle leiteiro semanal do rebanho em estudo.

Os valores dos parâmetros a , b e c , (R^2), (CV) e raiz do quadrado médio do erro das funções estudadas, obtidas através de análise de variância da regressão geral (todas as variáveis em estudo) para as funções propostas por Wood (1967) e Sikka (1950) estão apresentados na tabela 2.

TABELA 2: Valores dos parâmetros, **a**, **b** e **c**, coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de variação (C.V.) e raiz do quadrado médio do erro (\sqrt{QME}), estimados através das funções tipo gama incompleta e exponencial parabólica.

| Função | a | b | c | R^2 | C.V. | \sqrt{QME} |
|------------------------|--------|---------|---------|--------|---------|--------------|
| Tipo gama incompleta | 3,1565 | 0,2484 | 0,0378 | 0,5067 | 10,7754 | 0,3232 |
| Exponencial parabólica | 3,3976 | -0,0073 | -0,0003 | 0,4819 | 11,0431 | 0,3312 |

As curvas para ambas as equações estão mostradas na figura 1.

Utilizando a função tipo gama incompleta, realizou-se um estudo para verificar a influência de alguns fatores sobre a forma da curva de lactação. Nesse estudo foram encontradas 6 curvas atípicas, com estimativas negativas de **b**, o que corresponde a 1,92 % das lactações. Tal valor se deve ao fato dos controles leiteiros serem realizados rigorosamente toda semana, não ocorrendo o primeiro dia de controle depois de oito dias pós- parto. As proposições de Congleton e Everett (1980b), que obtiveram 6,9% de curvas atípicas quando o primeiro controle ocorria antes de dez dias pós-parto, vêm corroborar o presente resultado.

Este percentual de 1,92 % é bastante inferior a todos os encontrados na literatura: Buzzetti et al. (1985), Durães, Teixeira e Freitas (1991), Ferris, Mao e Anderson (1985) e Schneeberger (1981), que encontraram percentuais de 5,3; 10,6; 15,0; 26,0, respectivamente. A exceção destes resultados são os de Shanks et al. (1981) que encontraram 0,73%. Estes autores utilizaram procedimentos matemáticos para estimar a produção de leite no sexto dia, com o objetivo de reduzir o percentual de lactações atípicas, quando então era esperado um valor de 30%.

Um resumo da análise de variância dos parâmetros da curva de lactação (a, b, c) e das características pico (P), persistência ($\ln S$), produção máxima (PM) e $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$, da função tipo gama incompleta para os diferentes efeitos, bem como valores de R^2 e CV de cada parâmetro e característica, é apresentado na tabela 3.

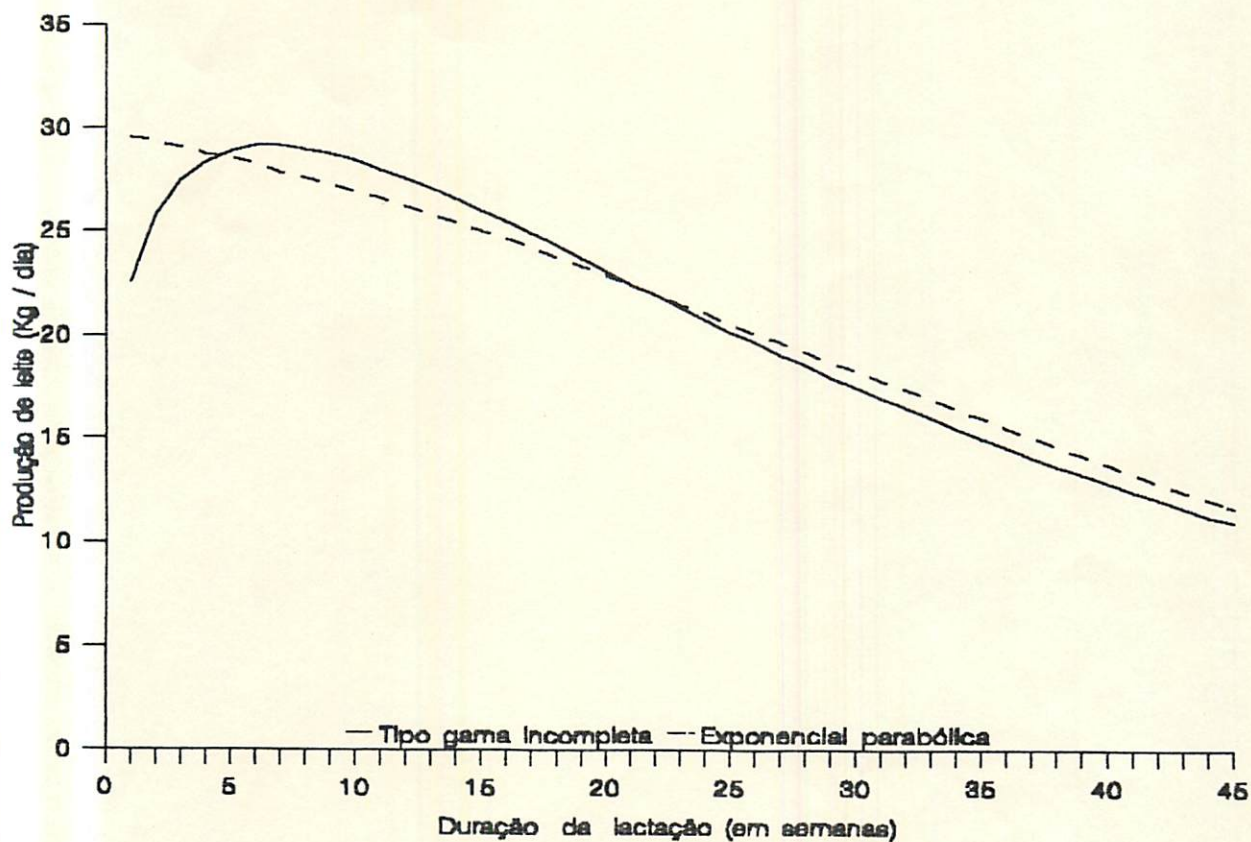


FIGURA 1 . Curvas de lactações estimadas através das regressões das funções tipo gama incompleta e exponencial parabólica

A tabela 4 apresenta os valores das médias dos quadrados mínimos dos parâmetros a, b e c, e das características época em que ocorre o pico (P), persistência ($\ln S$), produção máxima (PM), $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$ para todas as variáveis em estudo.

Na literatura consultada encontram-se valores semelhantes de R^2 e C.V. para os parâmetros e características estudados.

4.2 - Estação de parição

A estação de parto não influenciou nenhum dos parâmetros da curva (a, b, c), bem como nenhuma das características em estudo: pico, persistência, produção máxima, $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$, sendo, portanto, ambas as curvas bastantes semelhantes, o que pode ser observado na figura 2. Estes resultados, provavelmente, são devidos à uniformidade de manejo no decorrer do ano, adequabilidade das instalações e também devido à constância do regime alimentar, sendo a alimentação (concentrada e volumosa) praticamente a mesma, além do que a temperatura se manteve praticamente estável e a amplitude térmica bastante reduzida ($3,7^{\circ}$ C), o que pode ser observado na tabela 1.

No presente estudo, a produção inicial foi 20,7 e 20,6 Kg e o pico ocorreu no 48^o e 51^o dias e a produção máxima foi de 30,5 e 31,7 Kg de leite ao dia para as estações chuvosa e seca, respectivamente. Os valores dos parâmetros e características estudadas podem ser vistos na tabela 4.

Resultados semelhantes foram obtidos por Durães, Teixeira e Freitas (1991), bem como por Wood (1972), o qual verificou ser a forma da curva substancialmente a mesma para todas as vacas (depois de eliminado o efeito da ordem de parto), independente da data de parição, observando ainda que a variação estacional é muito menos evidente em animais estabulados do que em animais não estabulados.

Branton et al. (1974) sugeriram que os efeitos da estação sobre a forma da curva de lactação foram causados, principalmente, pelas influências indiretas da suplementação alimentar, ao invés da ação direta dos efeitos climáticos sobre os animais. Os autores encontraram uma produção inicial mais alta nas vacas que pariram na época das chuvas, apesar do aumento do calor e umidade, o que foi devido ao maior fornecimento de nutrientes fornecidos pelas forragens nesta época. A menor persistência, provavelmente, foi devido à limitação do crescimento das forragens da estação seca.

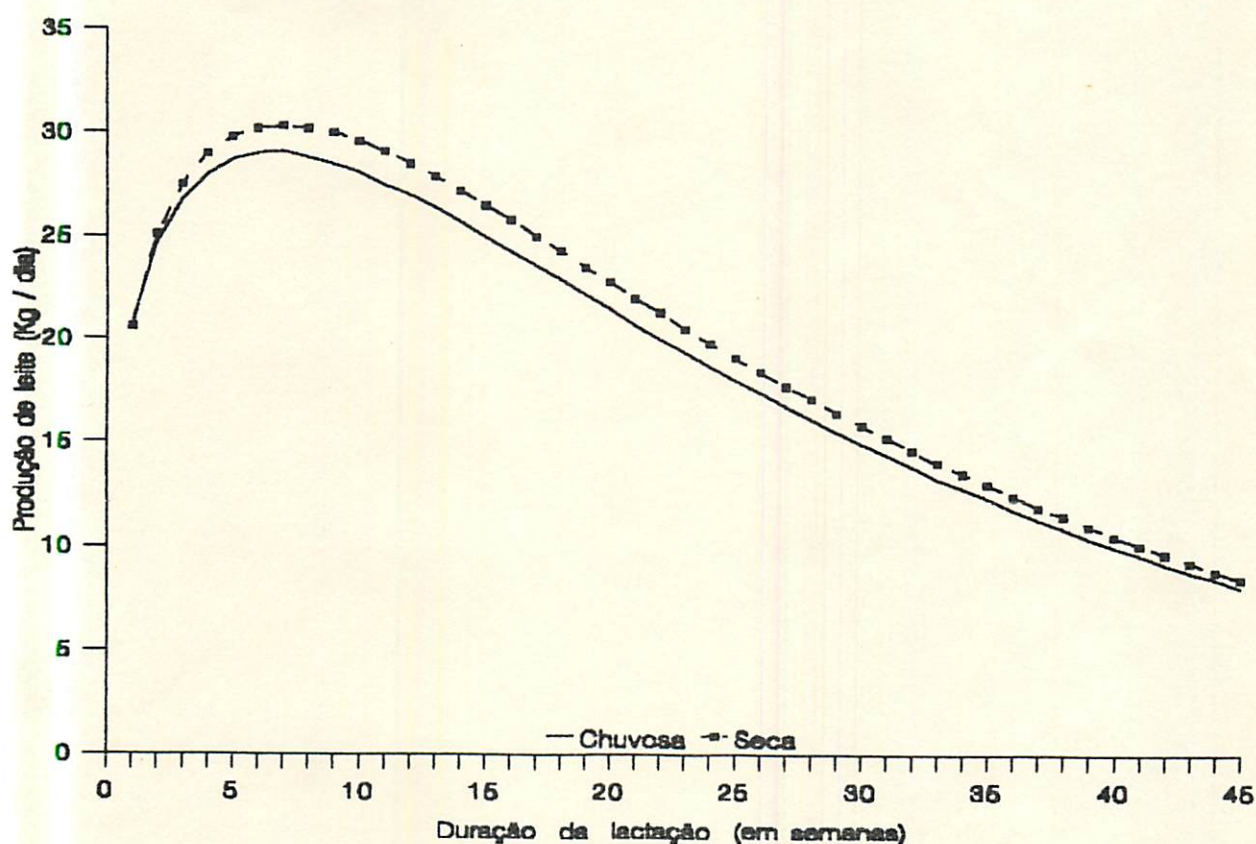


FIGURA 2. Curvas de lactações estimadas pela função tipo gama incompleta, segundo a estação de parição

TABELA 3. Resumo da análise de variância dos parâmetros da curva de lactação (a, b, c) e das características pico (P), persistência (ln S), produção máxima (PM) e $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$, e os níveis de significância (NS) para os diferentes efeitos, pela função tipo gama incompleta.

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios e níveis de significância | | | | | | | |
|---------------------|-----|--|--------|---------|--------|-----------------------|--------|---------|--------|
| | | a | NS | b | NS | c | NS | Pico | NS |
| Estação de parto | 1 | 0,0008 | 0,9230 | 0,0634 | 0,1662 | 0,0001 | 0,5089 | 13,5150 | 0,1423 |
| Ano de parto | 3 | 0,3626 | 0,0080 | 0,1813 | 0,0011 | 0,0033 | 0,0001 | 12,7149 | 0,1089 |
| Grupo genético | 1 | 0,0833 | 0,3376 | 0,1582 | 0,0292 | $4,27 \times 10^{-6}$ | 0,9064 | 62,6205 | 0,0017 |
| Ordem de parto | 1 | 1,1835 | 0,0003 | 0,0936 | 0,0929 | 0,0049 | 0,0001 | 53,0654 | 0,0038 |
| Período de serviço | 3 | 0,2872 | 0,0244 | 0,0107 | 0,8069 | 0,0001 | 0,5859 | 3,8858 | 0,6010 |
| Duração da lactação | 1 | 0,8465 | 0,0024 | 0,5305 | 0,0001 | 0,3019 | 0,0001 | 83,4709 | 0,0003 |
| Erro | 288 | 0,0903 | | 0,0329 | | 0,0003 | | 6,2426 | |
| R ² | | 0,2308 | | 0,1258 | | 0,4122 | | 0,2049 | |
| C.V. | | 9,8010 | | 48,7250 | | 33,9760 | | 34,3803 | |

“ Continua “

“ Tabela 3 Cont. ”

| Fonte de variação | GL | Quadrados médios e níveis de significância | | | | | | | |
|---------------------|-----|--|--------|-----------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | | ln (S) | NS | PM | NS | P _{2:1} | NS | P _{3:1} | NS |
| Estação de parto | 1 | 0,1007 | 0,3137 | 90,4954 | 0,0812 | 0,0123 | 0,5257 | 0,0682 | 0,2093 |
| Ano de parto | 3 | 0,3806 | 0,0100 | 149,1753 | 0,0020 | 0,0186 | 0,6087 | 0,0437 | 0,3860 |
| Grupo genético | 1 | 1,1328 | 0,0008 | 233,7385 | 0,0053 | 0,3238 | 0,0013 | 0,1340 | 0,0788 |
| Ordem de parto | 1 | 1,5559 | 0,0001 | 1266,4696 | 0,0001 | 0,1992 | 0,0111 | 0,5391 | 0,0005 |
| Período de serviço | 3 | 0,2583 | 0,0516 | 73,2741 | 0,0614 | 0,1261 | 0,0068 | 0,0321 | 0,5253 |
| Duração da lactação | 1 | 5,0953 | 0,0001 | 431,2339 | 0,0002 | 0,0040 | 0,7147 | 0,2939 | 0,0095 |
| Erro | 288 | 0,0988 | | 29,5581 | | 0,0305 | | 0,0430 | |
| R ² | | 0,3884 | | 0,3553 | | 0,1460 | | 0,1547 | |
| C.V. | | 7,6223 | | 16,8111 | | 21,3638 | | 31,6800 | |

TABELA 4. Média dos quadrados mínimos dos parâmetros a, b, c, e das características pico (P), persistência (ln S), produção máxima (PM), $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$ para os efeitos estudados, estimados pela função tipo gama incompleta.

| Efeito | a | b | c | Pico (dias) | ln S | PM (Kg de leite) | $P_{2:1}$ | $P_{3:1}$ |
|----------------------|--------|--------|--------|----------------|------|---------------------|-----------|-----------|
| Estação : | | | | | | | | |
| Chuvosa | 3,0822 | 0,3243 | 0,0492 | 48 | 4,06 | 30,57 | 0,8259 | 0,6764 |
| Seca | 3,0787 | 0,3543 | 0,0506 | 51 | 4,10 | 31,70 | 0,8126 | 0,6452 |
| Ano | | | | | | | | |
| 1985 | 3,1482 | 0,3404 | 0,0553 | 48 | 3,97 | 32,12 | 0,8138 | 0,6456 |
| 1986 | 3,1400 | 0,3292 | 0,0494 | 46 | 4,04 | 32,51 | 0,7984 | 0,6340 |
| 1987 | 2,9767 | 0,3992 | 0,0544 | 53 | 4,15 | 30,76 | 0,8360 | 0,6932 |
| 1988 | 3,0567 | 0,2883 | 0,0405 | 50 | 4,17 | 29,15 | 0,8288 | 0,6703 |
| Grupo Genético : | | | | | | | | |
| PO | 3,0995 | 0,3130 | 0,0498 | 46 | 4,01 | 30,12 | 0,7817 | 0,6366 |
| PC | 3,0614 | 0,3655 | 0,0501 | 53 | 4,15 | 32,14 | 0,8568 | 0,6849 |
| Ordem de Parto : | | | | | | | | |
| Primeira | 2,9798 | 0,3110 | 0,0434 | 54 | 4,20 | 27,84 | 0,8605 | 0,7287 |
| Demais ordens | 3,1811 | 0,3676 | 0,0565 | 45 | 3,97 | 34,43 | 0,7780 | 0,5929 |
| Período de serviço : | | | | | | | | |
| 0 - 45 | 3,0027 | 0,3594 | 0,0491 | 51 | 4,16 | 30,15 | 0,8225 | 0,6820 |
| 50 - 98 | 3,1876 | 0,3232 | 0,0527 | 47 | 3,98 | 32,97 | 0,7585 | 0,6249 |
| 99 - 148 | 3,0851 | 0,3429 | 0,0506 | 50 | 4,09 | 30,82 | 0,7946 | 0,6543 |
| 149 - 450 | 3,0463 | 0,3315 | 0,0473 | 50 | 4,10 | 30,59 | 0,9013 | 0,6819 |

Em contra partida, Queiroz et al. (1991) e Buzzetti et al. (1985) verificaram que a estação de parto influenciou a produção inicial e a persistência. No trabalho de Strandberg e Lundberg (1991) os três parâmetros foram influenciados.

4.3 - Ano de parição

Ano de parto da vaca influenciou os parâmetros a, b e c, assim como as características persistência e produção máxima, não sendo influenciada a época em que ocorre o pico, $P_{2:1}$ e $P_{3:1}$.

No que tange à produção inicial os valores foram de 22,0; 21,9; 18,5 e 20,4 Kg de leite ao dia para os anos de 1985, 1986, 1987 e 1988, respectivamente. As vacas paridas em 1988 e 1987 foram as mais persistentes (com índices de 4,17 e 4,15), sendo aquelas de 1985 as menos (3,97). Pelo método proposto por Johansson e Hansson (1940), citados por Johansson e Rendel (1972), as vacas paridas em 1987 foram cerca de 0,72% mais persistentes que as de 1988. A produção máxima, em Kg de leite ao dia, foi de 32,1; 32,5; 30,7 e 29,1 e a época do pico, em dias, de 48; 46; 53 e 50 dias, respectivamente, para os anos de 1985, 1986, 1987 e 1988. A forma das curvas para os diferentes anos pode ser vista na figura 3.

Tais resultados podem ter sido devido a diferenças na alimentação e manejo, de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, influenciando o conforto, bem como a quantidade e qualidade das forrageiras oferecidas aos animais ao longo dos anos. Quanto à maior persistência e menor produção inicial verificadas no ano de 1985, foi devido a um maior número de lactações de animais de primeira ordem de parto acontecidas neste ano.

O observado neste estudo difere dos resultados de Rowlands, Lucey e Russell (1982), que verificaram não ser os parâmetros a , b e c , e persistência influenciados pelo ano de parto, exceção feita à semana em que ocorre o pico, o que vai ao encontro ao observado no presente estudo.

Entretanto, Congleton e Everett (1980b), Queiroz et al. (1991) e Durães, Teixeira e Freitas (1991) encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo.

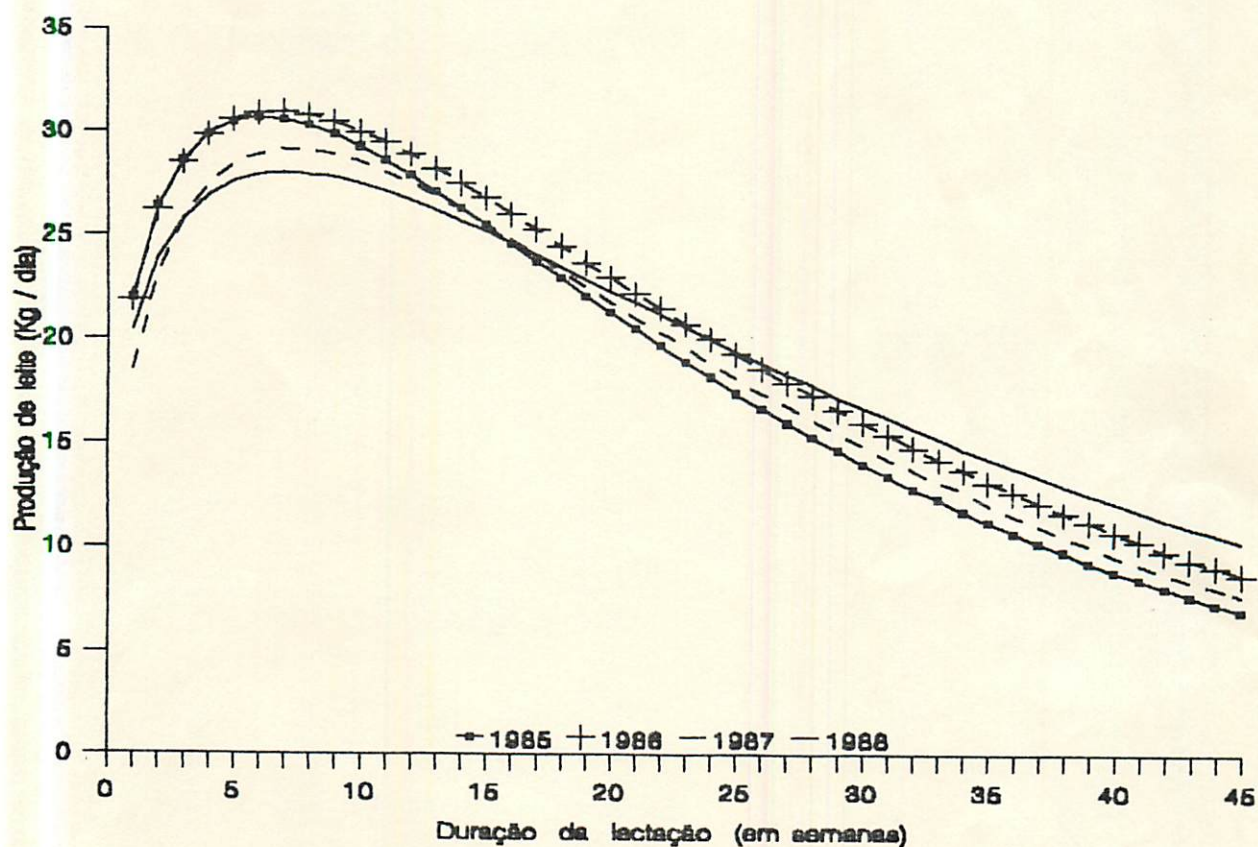


FIGURA 3. Curvas de lactações estimadas pela função tipo gama incompleta, segundo o ano de parição.

4.4 - Ordem de parto

A ordem de parto apenas não influenciou o parâmetro b .

As produções iniciais foram de 18,8 e 22,7 Kg de leite por dia, para os animais de primeira ordem e segunda e demais ordens, respectivamente. O pico ocorreu mais tardiamente na primeira ordem (54 dias) que na segunda e demais ordens (45 dias). A produção máxima foi bem superior (34,4 Kg) nestas em relação àquelas (27,8 Kg de leite por dia). No que diz respeito à persistência, pelos dois métodos, os de primeira ordem foram bem superiores.

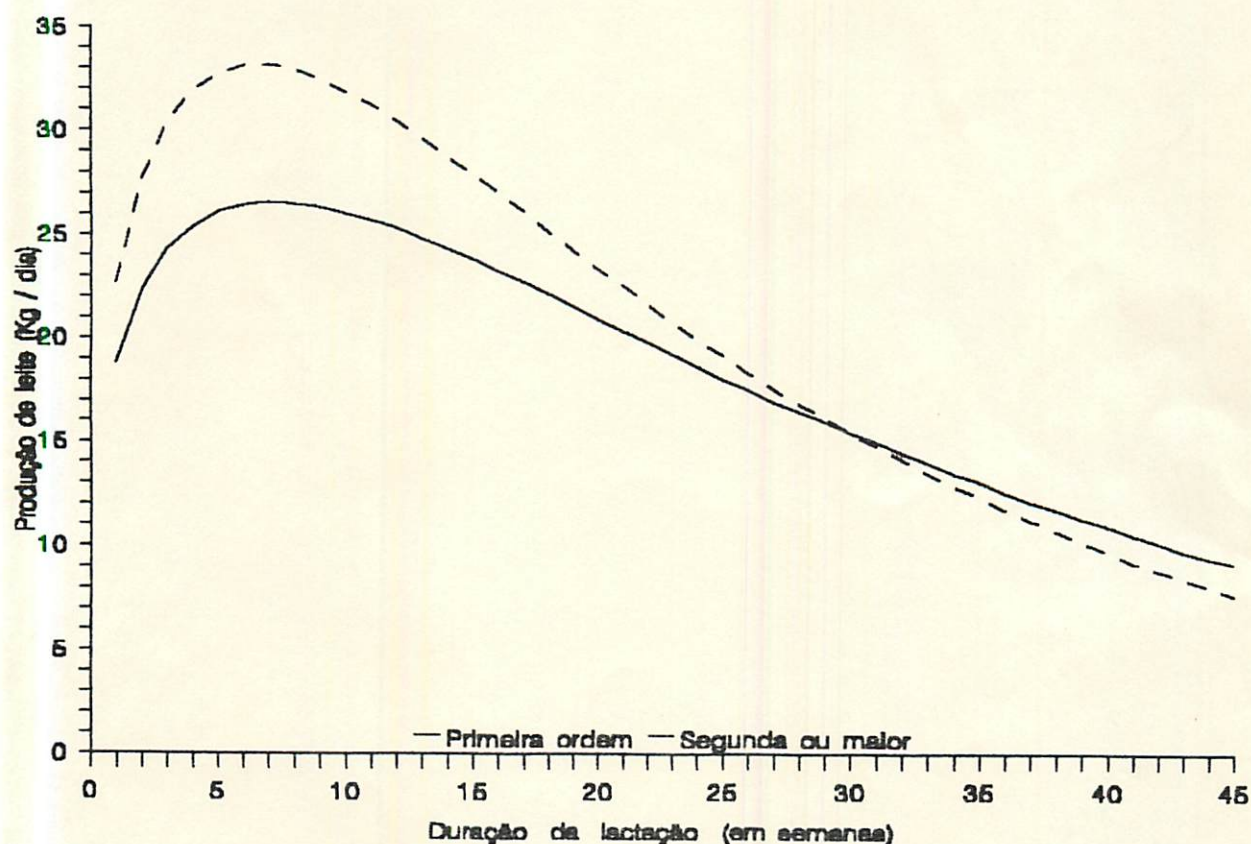


FIGURA 4. Curvas de lactações estimadas pela função tipo gama incompleta, segundo a ordem de parto.

A superioridade das vacas de segunda e demais ordens, em relação à produção inicial, produção máxima e produção total pode ser explicada pelo fato desta classe possuir animais mais

próximos da maturidade fisiológica, onde, nesta fase, resultados de pesquisas mostram que a produção de leite aumenta numa taxa decrescente até cerca de oito anos de idade, quando já na maturidade as vacas produzem cerca de 25% mais leite do que as de primeira ordem de parto (em torno de 2 anos de idade). Parte desse acréscimo (5%) é devido ao aumento no peso vivo, ao passo que os 20% restantes são o resultado do aumento do desenvolvimento do úbere durante as gestações decorrentes.

Esta superioridade, bem como a maior persistência dos animais de primeira ordem de parto, está de conformidade com a grande maioria da literatura consultada.

As curvas de lactação para as vacas de primeira ordem que pariram até 42 meses de idade e vacas com mais de 42 meses ao parto são mostradas na figura 4.

4.5 - Período de serviço

O período de serviço influenciou apenas a característica $P_{2,1}$ e o parâmetro a , sendo a classe 2 a de maior produção inicial com 22,9 Kg de leite.

As produções máximas para as classes 1 (< 50); 2 (50 a 98); 3 (99 a 148) e 4 (148 a 450 dias) foram: 30,15; 35,97; 30,82 e 30,59 Kg de leite por dia, e estas ocorreram aos 51; 47; 50 e 50 dias, respectivamente.

Pelo método de Johansson e Hansson (1940) citados por Johansson e Rendel (1972), $P_{2,1}$, a classe 4 foi a mais persistente.

A forma das curvas de lactação para as diferentes classes de duração do período de serviço pode ser observada na figura 5.

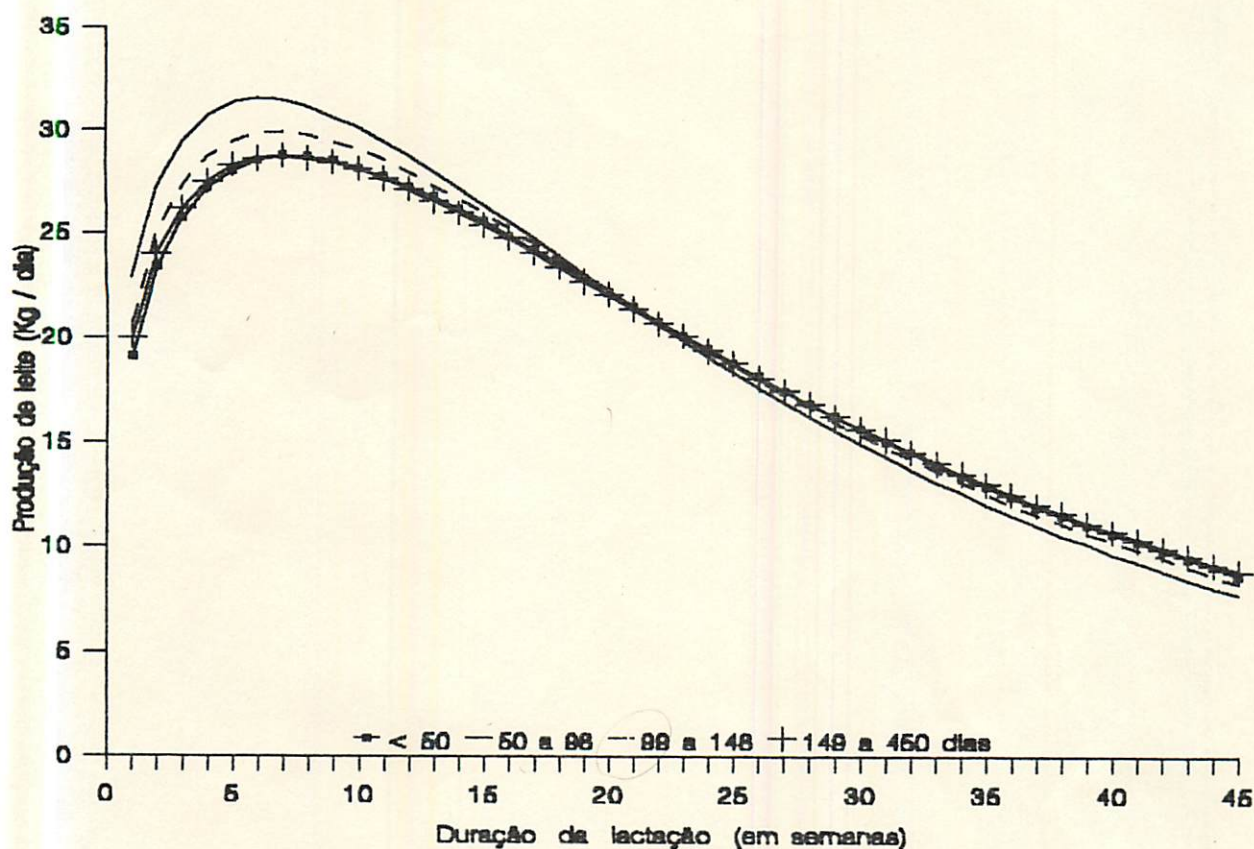


FIGURA 5. Curvas de lactações estimadas pela função tipo gama incompleta, segundo a duração do período de serviço

O maior efeito do período de serviço deveria ocorrer no segmento descendente da curva, ou seja, no parâmetro c e na persistência, o que poderia ser explicado fisiologicamente pelas diferenças de concentrações hormonais ocorridas durante a lactação e gestação concorrentes. Mas, ao contrário do que se esperava, a influência se verificou sobre o parâmetro a , o que pode ter sido devido à presença de um maior número de vacas mais próximas da maturidade fisiológica na classe 2, ou, ainda, que estes animais podem ter parido em melhores condições físicas, conseqüência de uma melhor nutrição.

Congleton e Everett (1980b) encontraram resultados semelhantes para o parâmetro a da primeira lactação e Grossman, Kuck e Norton (1986) e Durães, Teixeira e Freitas (1991) verificaram não ser nenhum dos parâmetros influenciados pela duração do período de serviço, discordando, parcialmente, dos presentes resultados.

No que se refere à época em que ocorre o pico, De Boer et al. (1989) verificaram influência do período de serviço, o que não aconteceu neste estudo.

4.6 - Duração da lactação

A duração da lactação apenas não influenciou a característica $P_{2.1}$.

No que se refere aos parâmetros a, b, e c e a persistência, tais resultados estão de acordo com Abubakar e Buvanendran (1981). Os presentes resultados são diferentes dos encontrados por Durães, Teixeira e Freitas (1991), que verificaram não ser influenciados os parâmetros a, b e as características pico e produção máxima.

4. 7. - Grupo genético

O grupo genético influenciou o parâmetro h e as características época do pico, produção máxima, $P_{2:1}$ e persistência, não influenciando $P_{3:1}$. A produção inicial dos animais PO (21,1 Kg/dia) foi levemente superior à produção dos PC (20,3 Kg/dia). Os PC se mostraram bem mais persistentes, por ambos os métodos, em relação aos PO. A produção máxima foi 32,1 Kg leite por dia para os P.C. e 30,1 Kg para os PO. Em termos de produção total, os puros por cruzas foram bem superiores aos puros de origem. O pico ocorreu mais precocemente nestes (46 dias) contra 53 dias para aqueles. Pela figura 6 podem-se observar tais considerações.

A superioridade dos animais PC em relação aos PO pode ser devido a problemas de adaptação às condições climáticas do local, por parte dos puros de origem, não podendo, portanto, exteriorizar suas potencialidade genéticas.

No que tange a produção total, os resultados observados vão ao encontro aos de Ribas et al. (1983), Couto (1986) e discordam de Neiva (1977), que não verificou diferença significativa entre ambos.

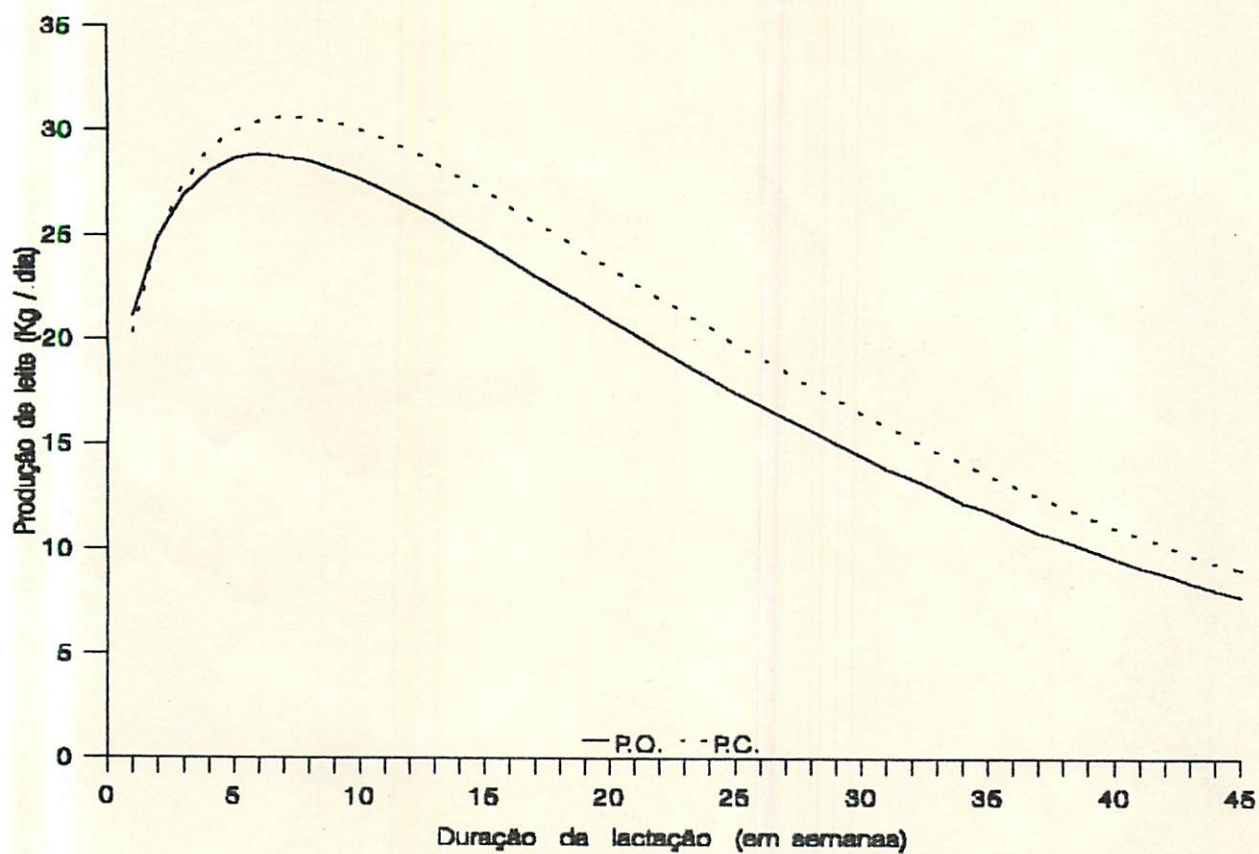


FIGURA 6. Curvas de lactações estimadas pela função tipo gama incompleta, segundo o grupo genético.

5 CONCLUSÕES

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

- a função tipo gama incompleta foi a que melhor se ajustou aos dados, sendo, portanto, a que melhor descreveu a curva de lactação do rebanho em estudo, pois a curva estimada pela função exponencial parabólica foi atípica;
- a forma da curva foi afetada pelo ano e ordem de parto, pelo grupo genético, pela duração do período de serviço, não sendo influenciada pela estação de parto;
- a curva tipo gama incompleta pode ser utilizada para seleção de animais e melhorar a eficiência do manejo a partir de registros parciais e/ou incompletos, desde que os mesmos pertençam à mesma classe de ordem de lactação, grupo genético e duração do período de serviço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUBAKAR, B. Y. e BUVANENDRAM, V. Lactation curves of Friesian-Bunaji crosses in Nigéria. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 8, p. 11-19, 1981.
- ANDERSON, S. M.; MAO, I. L.; GILL, J. L. Effect of frequency and spacing of sampling on accuracy and precision of estimating total lactation milk yield and characteristics of the lactation curve. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 72, n.9, p.2387-2394, 1989.
- BIANCHINI SOBRINHO, E. Estudo da curva de lactação de vacas da raça Gir. Ribeirão Preto: S.P. FMRP - USP, 1984, 88p. (Tese - doutorado em Genética).
- BOLETIM AGROCLIMATOLÓGICO MENSAL. Brasília, v 10/23, n. 1/12, jan. /dez. 1985/89.
- BRANTON, C.; RIOS, G.; EVANS, D. L.; FARTHING, B. R.; KOONCE, K. L. Genotype-climatic and other interaction effects for productive responses in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 57, n. 7, p. 833-841, 1974.
- 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, p. 441-444, 1923.
- BRODY, S. ; TURNER, C. W.; RAGSDALE, A. C. The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition. *Journal General Physiology*, New York v. 6, p. 541-545, 1924.
- BUZZETTI, G. I.; PEREZ, C. C.; BARRIA, N. P.; LIZANA, C. G.; GONZALEZ, F. M. Características lecheras de la raza holstein frisian en la region metropolitana (Chile) II. Curvas de lactancia. *Ciencia e Investigacion Agraria*, Santiago, v. 12, n. 3, p. 189-198, 1985.

- * COBBY, J.M.; LE DU, Y.L.P. On fitting curves to lactation data. *Animal Production*, London, v. 26, n. 2, p. 127-133, 1978.
- * 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, n. 1, p. 109-119, 1980a.
- * CONGLETON Jr., W.R.; EVERETT, R.W. Error and bias in using the incomplete gamma function to describe lactation curves. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 63, n. 1, p.101-108, 1980b.
- COUTO, J.A. de A. Aplicação de modelos polinomial inverso, exponencial parabólico e gama de Wood no estudo da curva de lactação de um rebanho Holandês variedade preto e branco. Lavras: ESAL, 1986. 71p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- DE BOER, J.A.; WELLER, J. I.; GIPSON, T. A.; GROSSMAN, M. Multiphasic analysis of milk and fat yield curves of Israeli holsteins. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 72, n. 8, p. 2143-2152, 1989.
- DURÃES, M.C; TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F. 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.
- FERRIS, T.A.; MAO, I.L.; ANDERSON, C.R. Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 68, n. 6, p. 1438-1448, 1985.
- GRAVERT, H. O.; BAPTIST, R. Breeding for persistency of milk yield. *Livestock Production Science*, Amsterdam v. 3, p. 27-31, 1976.
- 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.
- * JOHANSSON, I e RENDEL, J. *Genética y mejora animal*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1972. 567p. (Traducido por Francisco Puchal Mas y Pedro Ducar Maluenda).
- * KEOWN, J.F.; VAN VLECK, L.D. Extending lactation records in progress to 305-day equivalent. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 56, n. 8, p. 1070-1079, 1973.
- * 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, n. 1, p. 101-108, Ago. 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.

MAHADEVAN, P. The effect of environment and heredity on lactation. II. Persistency of lactation. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 41, p. 89-93, 1951.

* MOLINA, J.R.; BOSCHINI, C. Ajuste de la curva de lactancia de ganado Holstein con un modelo lineal modal. *Agronomia Costarricense*, San José, v.3, n. 2, p. 167-174, 1979.

MORANT, S.V.; GNANASAKTHY, A. A new approach to the mathematical formalation of lactation curves. *Animal Production*, Edinburgh, v. 49, p. 151-162, 1989.

NEIVA, R. S. Efeitos de alguns fatores de meio sobre a produção de leite de um rebanho Holandês variedade preto e branco. Belo Horizonte. Escola de Veterinária da UFMG, 1977, 91 p. (Tese - Mestrado em Zootecnia).

NELDER, J.A. Inverse polynomials, a useful group of multi-factor response functions. *Biometrics*, Raleigh, v. 22, n. 1, p. 128-141, Mar. 1966.

PEDRAZA, G. C.; RODRÍGUEZ, S. D. Nuevo índice para medir la declinacion o la persistencia de la curva de leche. *Agricultura Tecnica*, Santiago, v. 48, n. 4, p. 341-344, oct - dic. 1988.

* QUEIROZ, S. A.; FREITAS, M. A. R. de; ALBUQUERQUE, L. G. de; LÔBO, R. B. Fatores genéticos e de ambiente que influenciam os componentes da curva de lactação de bovinos da raça holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 43, n. 4, p. 357-370, 1991.

RIBAS, N. P.; MILAGRES, J. C.; GARCIA, J. A.; LUDWIG, A. Estudo da produção de leite e gordura em rebanhos holandeses da bacia leiteira de Castrolanda, estado do Paraná. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 12, n. 4, p. 720-740, 1983.

RODRIGUEZ, R. Comportamiento de la curva de lactancia de vacas holstein en condiciones, tropicales. *Revista Cubana Reproducción Animal*, Havana, v. 13, n. 2, p. 103-111, 1987.

* RODRIGUEZ, R. Comportamiento de la curva de lactancia del ganado vacuno lechero. Habana: CIDA, 1988. (Boletín de Reseñas, 5).

* ROWLANDS, G. J.; LUCEY, S.; RUSSELL, A. M. A comparison of different models of the lactation curve in dairy cattle. *Animal Production*, Edinburgh, v. 35, p. 135-144, 1982.

SANDERS, H. G. The analysis of the lactation curve into maximum yield and persistency. *Journal Agricultural Science, Cambridge*, v. 20, n. 10, p. 145-185, Apr. 1930.

✕ SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide. 4TH Ed., Cary, 1989a, v.1, p.943. (version, 6).

✓ SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide. 4TH Ed. , Cary, 1989b, v.2, 846 pp. (version, 6)

SCHNEEBERGER, M. Inheritance of lactation curve in swiss brown cattle. *Journal of Dairy Science, Champaign*, v. 64, n. 3, p. 475-483, 1981.

SHANKS, R. D.; BERGER, P. J.; FREEMAN, A. E.; DICKINSON, F. N. Genetic aspects of lactation curves. *Journal of Dairy Science, Champaign*, v. 64, n. 9, p. 1852-1860, 1981.

* SIKKA, L.C. A study of lactation as affected by heredity and environment. *Journal of Dairy Research, London*, v. 17, n. 3, p. 231-252, Oct. 1950.

SÖLKNER, J.; FUCHS, W. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livestock Production Science, Amsterdam*, v. 16, p. 305 - 319, 1987.

STANTON, T. L.; JONES, L. R.; EVERETT, R. W.; KACHMAN, S. D. Estimating milk, fat, and protein curves with a test day model. *Journal of Dairy Science, Champaign*, v. 75, n. 6, p. 1691-1700, 1992.

* STRANDBERG, E.; LUNDBERG, C. A note on the estimation of environmental effects on lactation curves. *Animal Production, Edinburgh*, v. 53, p. 399-402, 1991.

* WOOD, P.D.P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature, London*, v. 216, n. 14, p. 164, 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. Factors affecting persistency of lactation in cattle. *Nature, London*, v. 218, n. p. 894, June. 1968.

WOOD, P. D. P. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Animal Production*, Edinburgh, v. 11, n. 3, 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.