

ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS DA ILHA DE SÃO MIGUEL

por
JOÃO GABRIEL FONSECA PORTO

ABSTRACT

The lactation curves of the milk cows have been described since 1967 by P. D. P. Wood by this formula:

$$Y(n) = an^b e^{-cn} \quad (1)$$

where $Y(n)$ is the entire production during the n th week of lactation, b and c are constants that describe the outline of the curve, a a scale value and e the base of natural logarithms (2,7182818).

It has been noticed, during some years, that animals giving birth during the Winter months (December and January) have higher total levels of production, than those who give birth during Summer. This seems to point out that this variation would depend on season influences due to differences of feeding habits, eg quantity of available dry food and fodder.

Having as basis this important aspect of season variation of the milk production, and using suitable calculation technics, it is possible to foresee month after month the output of a milk cow, or of a herd, with enough precision to get a planning basis.

SUMARIO

As curvas de lactação dos bovinos leiteiros têm sido descritas desde 1967 por P. D. P. Wood, pela fórmula:

$$Y(n) = an^b e^{-cn} \quad (1)$$

em que $Y(n)$ é a produção total durante a semana n de lactação, b e c são constantes que descrevem a forma da curva, a um valor escalar e e a base dos logaritmos naturais (2,7182818).

Tem sido notado, ao longo dos tempos, que animais parindo nos meses de Inverno (Dezembro e Janeiro) possuem níveis totais de produção superiores àqueles que têm o parto no Verão, o que leva a crer que esta variação estaria na dependência de influências sazonais acarretadas por diferenças no manejo alimentar, nomeadamente na quantidade de forragens disponíveis.

Tendo por princípio este importante aspecto da variação sazonal da produção leiteira, e usando técnicas de cálculo apropriadas, é possível prever, mês por mês, o *output* de uma vaca leiteira, ou do rebanho, com precisão suficiente para fornecer uma base de planeamento.

INTRODUÇÃO

Desde 1967 que Cersovsky reconheceu a existência da influência dos factores ambientais na forma da curva de lactação.

Recentemente (Wood — 1968), verificou-se que o efeito da paridade na curva de lactação, particularmente na sua persistência, está relacionada com o crescimento do animal, pois que, à medida que se torna mais velho, começa a sua lactação com um nível de produção mais elevado, mas, contudo, devido ao efeito inibidor da gestação que ocorre praticamente no mesmo estágio de lactação, a taxa de declive é mais rápida.

Historiando, de relance, a evolução do modelo algébrico que define a curva de lactação, deve-se a Gaines (1927) a primeira proposta, cuja expressão é

$$Y_t = A e^{-kt}$$

em que k é a taxa de declive mensal e a a produção em $t = 0$.

Vujičić e Bačić surgiram posteriormente (1961) com outra expressão

$$Y_t = t n^{-a} e^{-nt}$$

em que n e a são parâmetros, tendo o grande inconveniente de ser necessário o cálculo de um valor a para cada período t . Contudo, foi a primeira tentativa de criar um modelo que variasse exponencialmente com o tempo.

Porém, só em 1966, com Nelder, foi possível o aparecimento de um outro tipo de modelos, relativos a outra espécie de curvas polinomiais inversas dadas por $Y_x = x(b_0 + b_1x + b_2x^2)^{-1}$, onde Y_x é a produção na semana x , b_0 , b_1 e b_2 são constantes. A produção máxima com base neste modelo é dada quando

$$x = \sqrt{(b_0/b_2)}$$

e quando o output é igual a

$$[2/(b_0b_2) + b_1]^{-1}$$

Finalmente, em 1967, Wood apresenta um modelo similar, descrito pela fórmula seguinte

$$Y_n = a n^b e^{-cn}$$

onde a produção máxima é atingida quando $n = b/c$ e o nível esperado é dado por

$$a(b/c)^b e^{-b}$$

Será este o modelo utilizado neste trabalho, tendo em conta os efeitos de paridade e sazonalidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo (1) possui três parâmetros a , b e c e, como tal, necessita de um limite L , relativo ao seu desenvolvimento que defina a duração da lactação. Outros valores importantes levados em conta, foram a semana do pico de lactação (P), dada por $P=b/c$ e a média da taxa de declive q da curva de lactação, hipoteticamente igual a 0.03, bem como o cálculo da semana em que esse declive surge, dada por

$$M = P + (L - P) / 2$$

Assim, todos os parâmetros foram definidos da seguinte maneira:

$$c = M \times q / (P - M)$$

$$b = Pc$$

$$a = \frac{Y}{\sum_{n=1}^L n^b e^{-cn}}$$

onde Y é a produção total por lactação.

Para o desenvolvimento dos cálculos relativos aos três parâmetros, foi utilizado um programa com 130 passos servido por uma calculadora programável.

Os cálculos tiveram por base uma amostragem aleatória de 583 vacas leiteiras com as suas lactações individuais fechadas e com registos mensais executados pelo Serviço de Contraste Leiteiro dos Serviços Veterinários de Ponta Delgada.

As lactações com menos de 305 dias foram consideradas como se se tratassem de lactações completas, enquanto que naqueles casos com mais de 305 dias de lactação, só os primeiros 305 dias foram considerados.

Finalmente foram utilizadas apenas lactações referentes a 1981/82 o que confere a estes cálculos e ao trabalho em si, um carácter de ensaio. Como a repetibilidade dos diversos factores não foi elevada, o uso deste modelo como ferramenta de planeamento e previsão encontra-se limitado, devendo esta situação ser ultrapassada pela continuidade deste trabalho.

Calculados os parâmetros a , b e c , a função de Wood foi utilizada depois de sofrer uma transformação logarítmica, sendo

$$\ln Y_n = \ln A + b \ln n^{-cn}$$

em que $a = \ln A$, permitindo o cálculo da previsão dos outputs semanais.

Foram também estimadas as persistências de lactação, consoante os meses de parição, através da função $P_1 = -(b + 1) \ln c$ onde valores baixos de P_1 indicam persistências baixas.

As lactações foram classificadas por paridade (1, 2, 3, 4, 5 e 6) e por sazonalidade, e os parâmetros a , b e c da equação (1) avaliados para cada curva.

A paridade definida como 6, vai desde 6 até 10 e a curva para este grupo não é apresentada. O efeito sazonalidade é referido como Efeito Sazonal da Primavera e descreve o aumento da produção leiteira quando os animais são beneficiados pela produção forrageira da Primavera.

RESULTADOS

Efeito de Paridade

Médias de paridade são apresentadas na Tabela I e as curvas das 5 primeiras lactações na Figura 1.

TABELA I

Parâmetros da curva de lactação para diferentes lactações

<i>N.º Lactação</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	400	0,3639	0,0455
2	594	0,2455	0,0409
3	588	0,3019	0,0431
4	626	0,2991	0,0427
5	743	0,2991	0,0427
6	615	0,3019	0,0431
Média	594	0,3019	0,0430

TABELA II

Parâmetros das curvas de lactação para diferentes meses de parto

	N.º Médias	N.º Amostras	a	b	c	P ₁
JANEIRO L P M Y (MJ)	38 8 23 24877	54	532	0,3680	0,0460	4,2122
FEVEREIRO L P M Y (MJ)	41 8 25 25730	63	551	0,3564	0,0445	4,2215
MARÇO L P M Y (MJ)	39 7 23 24314	88	587	0,3019	0,0431	4,0935
ABRIL L P M Y (MJ)	41 6 24 24436	72	656	0,2417	0,0403	3,9876
MAIO L P M Y (MJ)	39 7 23 21453	54	518	0,3019	0,0431	4,0935
JUNHO L P M Y (MJ)	39 6 23 20772	49	558	0,2455	0,0409	3,9814
JULHO L P M Y (MJ)	31 6 19 18573	25	504	0,2664	0,0444	3,9442
AGOSTO L P M Y (MJ)	42 7 25 18039	15	435	0,2940	0,0420	4,1021
SETEMBRO L P M Y (MJ)	41 6 24 23834	27	660	0,2417	0,0403	3,9876
OUTUBRO L P M Y (MJ)	41 7 24 24502	38	592	0,2965	0,0429	4,0825
NOVEMBRO L P M Y (MJ)	39 7 23 23669	54	571	0,3019	0,0431	4,0935
DEZEMBRO L P M Y (MJ)	38 8 23 24971	44	534	0,3680	0,0460	4,2122

Na Tabela II apresentam-se os diversos parâmetros das curvas de lactação agrupadas por mês de parição, enquanto que na Tabela III se resumem as produções potenciais de leite (MJ/semana) tendo por base a transformação logarítmica da equação de Wood.

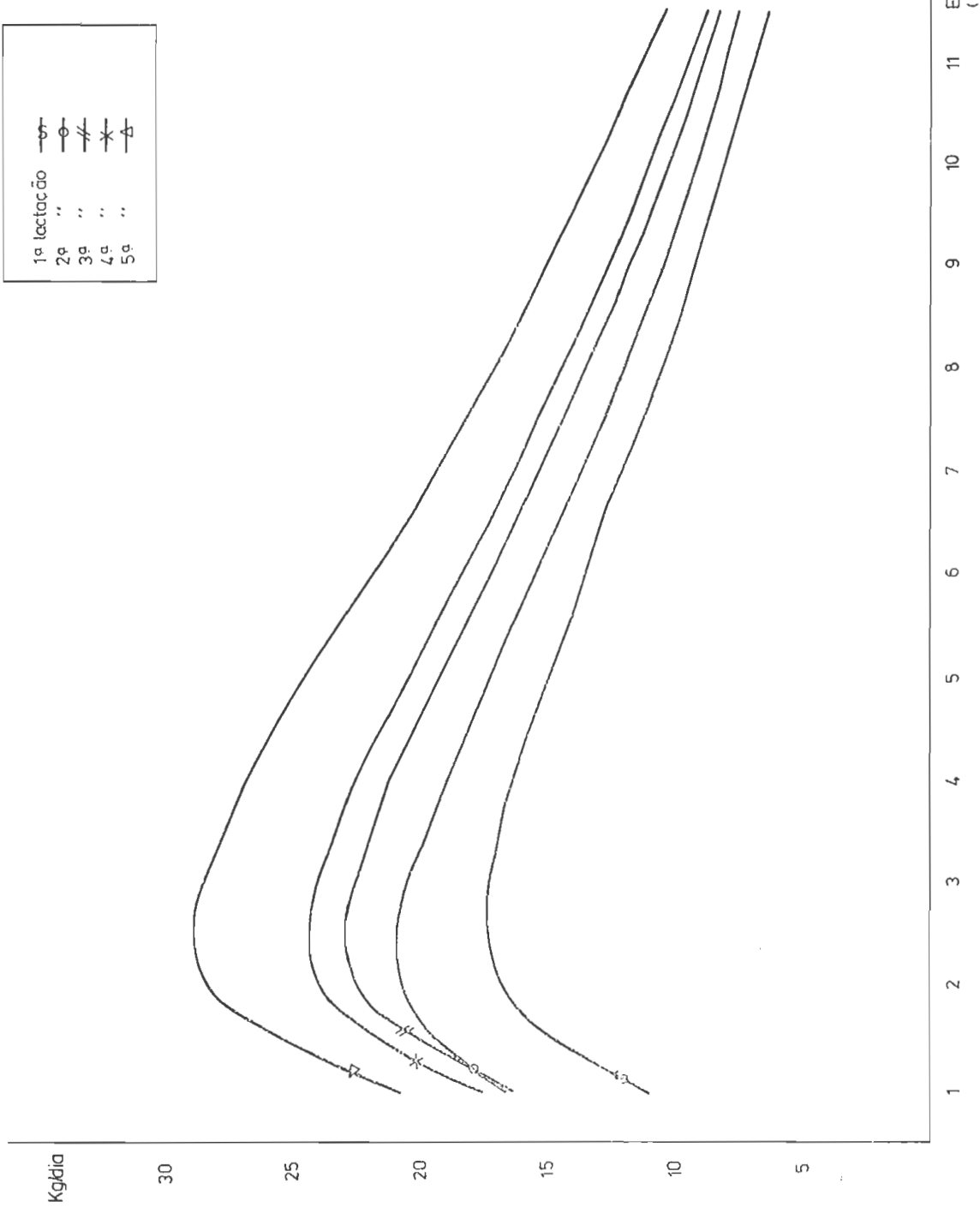
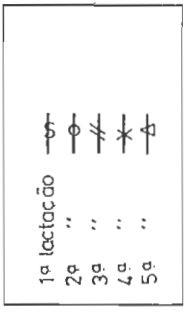
TABELA III

<i>Estádio de lactação (período de 4 semanas)</i>	<i>N.º de lactação</i>					
	1	2	3	4	5	6
Primeiro	382	570	563	600	712	589
Segundo	572	714	771	818	971	806
Terceiro	591	705	774	822	976	810
Quarto	563	655	728	774	919	962
Quinto	517	594	665	707	839	695
Sexto	466	531	596	635	753	624
Sétimo	414	471	529	564	669	553
Oitavo	364	415	466	497	590	487
Nono	318	363	407	435	517	426
Décimo	276	317	355	380	451	371
Décimo primeiro	239	276	308	286	392	322
Média	409	488	536	571	677	560

Efeito de sazonalidade

As constantes da Tabela I representam uma forma básica das curvas de lactação associadas a uma dada paridade e não distorcidas pelo efeito da sazonalidade da produção.

Esta sazonalidade toma a forma de um estímulo da produção leiteira associada com a estação de produção e referida por Wood como «Spring Hump Seasonality», que traduzida literalmente seria o «Pico Sazonal da Primavera».



O Efeito Sazonal da Primavera foi avaliado calculando o log do output esperado sazonalmente pelas vacas em diferentes lactações (1, 2, 3...) através dos parâmetros da Tabela I e registrando os desvios médios em cada semana de lactação dos animais da mesma paridade, parindo em Janeiro, Fevereiro, Março, etc.

TABELA IV
Efeito da sazonalidade na curva de lactação

<i>Calendário do mês do início da lactação</i>	<i>Efeito Sazonal da Primavera (%)</i>	<i>Conversão em proporção</i>
Janeiro	- 3,1	0,969
Fevereiro	- 5,6	0,944
Março	+ 0,9	1,009
Abril	+ 2,5	1,025
Maió	+ 12,6	1,126
Junho	+ 15,1	1,151
Julho	+ 24,3	1,243
Agosto	+ 26,6	1,266
Setembro	+ 3,6	1,036
Outubro	+ 0,6	1,006
Novembro	+ 3,7	1,037
Dezembro	- 1,3	0,987

Deste modo, o cálculo mês por mês do output por vaca, é executado do seguinte modo:

- 1 — Cálculo do output por vaca em cada estágio de lactação por referência à tabela III;
- 2 — Classificação das vacas por mês de parto e multiplicação dos valores do output de cada vaca pelo factor ESP da Tabela IV.

Tendo em vista ilustrar o método, apresenta-se um quadro com um exemplo para uma vaca de 5.^a lactação parida no mês de Dezembro.

TABELA V

Método de previsão da curva de lactação de uma vaca de 5.^a lactação parida no mês de Dezembro

Mês	Periodo	Output	ESP	Output corrigido	Kgs
Janeiro	2	971	0,969	940	27,4
Fevereiro	3	976	0,944	921	26,9
Março	4	919	1,009	927	27,0
Abril	5	839	1,025	860	25,1
Maió	6	753	1,126	848	24,7
Junho	7	669	1,151	770	22,5
Julho	8	590	1,243	733	21,4
Agosto	9	517	1,266	654	19,1
Setembro	10	451	1,036	467	13,6
Outubro	11	392	1,006	394	11,5
Novembro					
Dezembro	1	712	0,987	702	20,5

CONCLUSÃO

Uma descrição algébrica da curva de lactação dos bovinos leiteiros tem sido muitas vezes útil em relação a uma variedade de propósitos, incluindo o manejo diário do rebanho, a análise da variação sazonal e tem sido mesmo usada como sistema de controlo alimentar. Por tal motivo, são apresentados no fim deste trabalho 12 mapas com 60 curvas de lactação, representando as produções potenciais consoante o número de lactação.

É importante registar que as curvas de lactação previstas para cada mês de parto, possuem uma representatividade relativa porque foram executadas com base em lactações de um ano (1981/82) e, como tal, não reflectem as influências sazonais variáveis de ano para ano, relacionadas com os factores climáticos que afectam o ESP.

Representam também em certa medida, não as potencialidades produtivas dos animais, mas aquilo que a alimentação em forragens e concentrados permite.

Não foram calculadas as influências de outros factores na forma das curvas de lactação, tais como idade, intervalo inter-partos e manejo. Contudo, e com base num estudo efectuado em 1970 em Inglaterra¹, envolvendo 1567 lactações de 336 vacas Friesian distribuídas por 10 rebanhos em diversas áreas do país, foram atribuídas as seguintes percentagens aos diferentes factores:

<i>Factor afectando a curva de lactação</i>	<i>Influência (%)</i>
Idade	2,5
Intervalo inter-parto	4,2
Manejo	5,4
Estação do parto	74,9
Outros factores	13,0

Demonstrou-se deste modo que a estação de parto era a fonte de variação com maior incidência.

Nas nossas condições seria praiticamente impossível determinar a influência do manejo já que não existe qualquer possibilidade de controlo sobre o mesmo.

¹ *Breeding and Production* 1971-72, n.º 22, Milk Marketing Board, Thames Ditton, Surrey.

Em relação às persistências das curvas de lactação, verifica-se que os meses de parto com um declive menor da curva são Dezembro, Janeiro e Fevereiro, e aqueles com persistência mais baixa, os de Verão, principalmente Junho e Julho. Agosto apresenta um ligeiro acréscimo da persistência devido em parte ao facto de a estação Outonal permitir um rebrotamento da erva.

Quanto ao número de lactação a persistência é maior para a primeira lactação, como demonstram os valores da Tabela VI.

TABELA VI

<i>N.º de lactação</i>	P_1
1	4,2145
2	3,9814
3	4,0935
4	4,0968
5	4,0968
6	4,0935

A correlação entre os parâmetros b e c é medianamente positiva $(+0,32)^2$, levando a crer que nas lactações agrupadas por meses, quando a produção diária aumenta com uma taxa de velocidade maior nas primeiras semanas até ao pico de lactação, também uma taxa de velocidade mais acentuada se faz sentir no declive da curva de lactação, considerando que b é a taxa dos acréscimos da produção nas primeiras semanas até ao pico de lactação e, c a taxa de declive das últimas semanas.

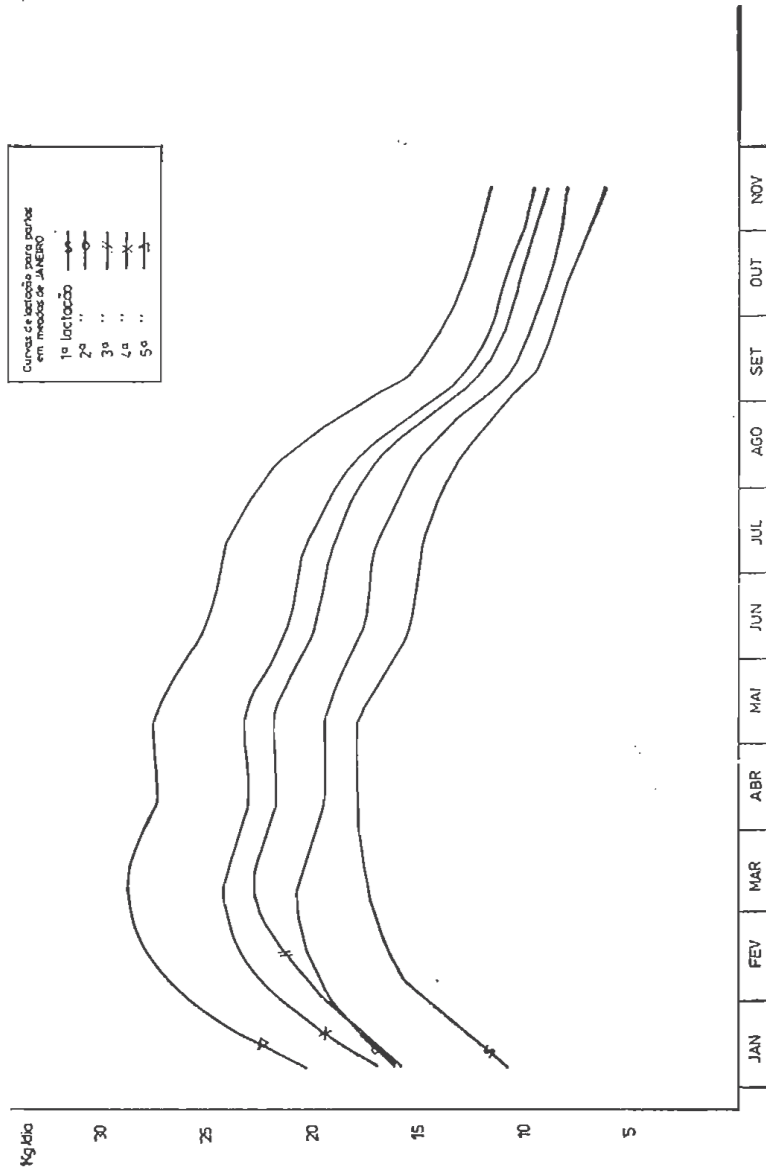
A verificação de uma correlação positiva de $+0,52^3$, entre a persistência e o nível de produção faz supor que promovendo uma maior produção a persistência também pode ser melhorada.

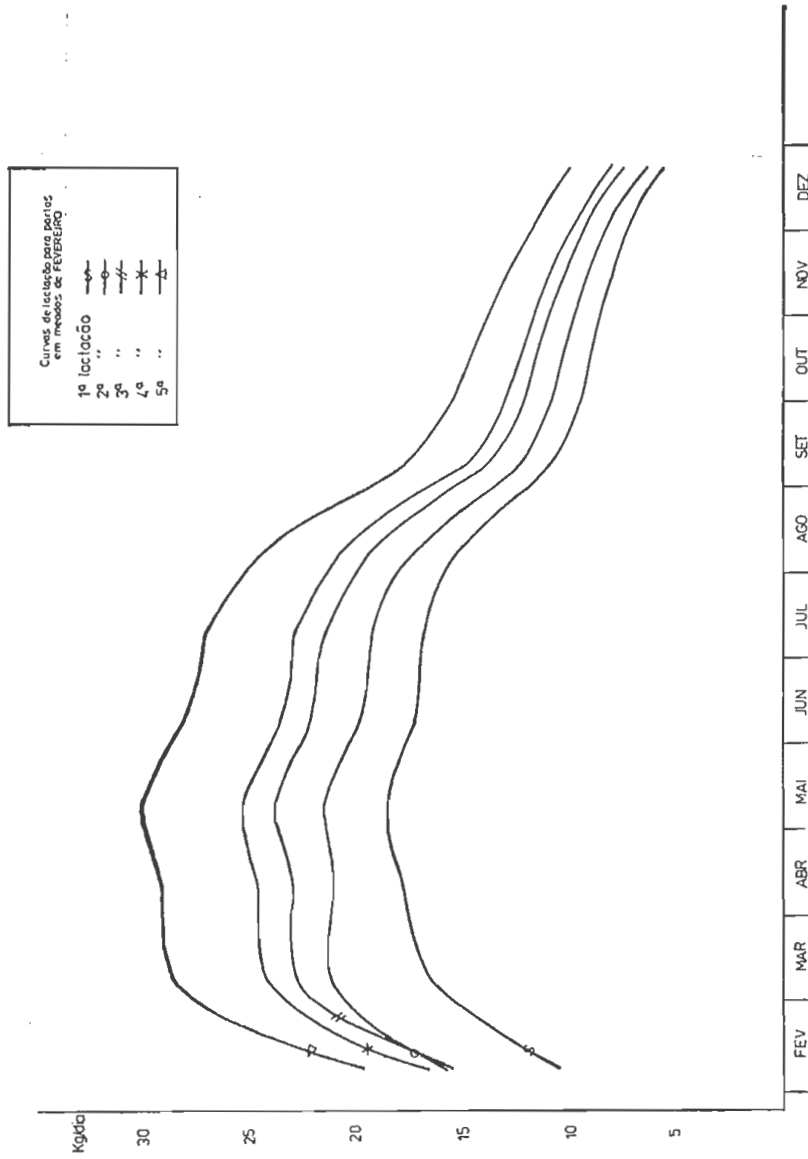
² Significância $P < 0,1$.

³ Grau de liberdade para todos os coeficientes de correlação igual a 10.
Significância ($P < 0,05$).

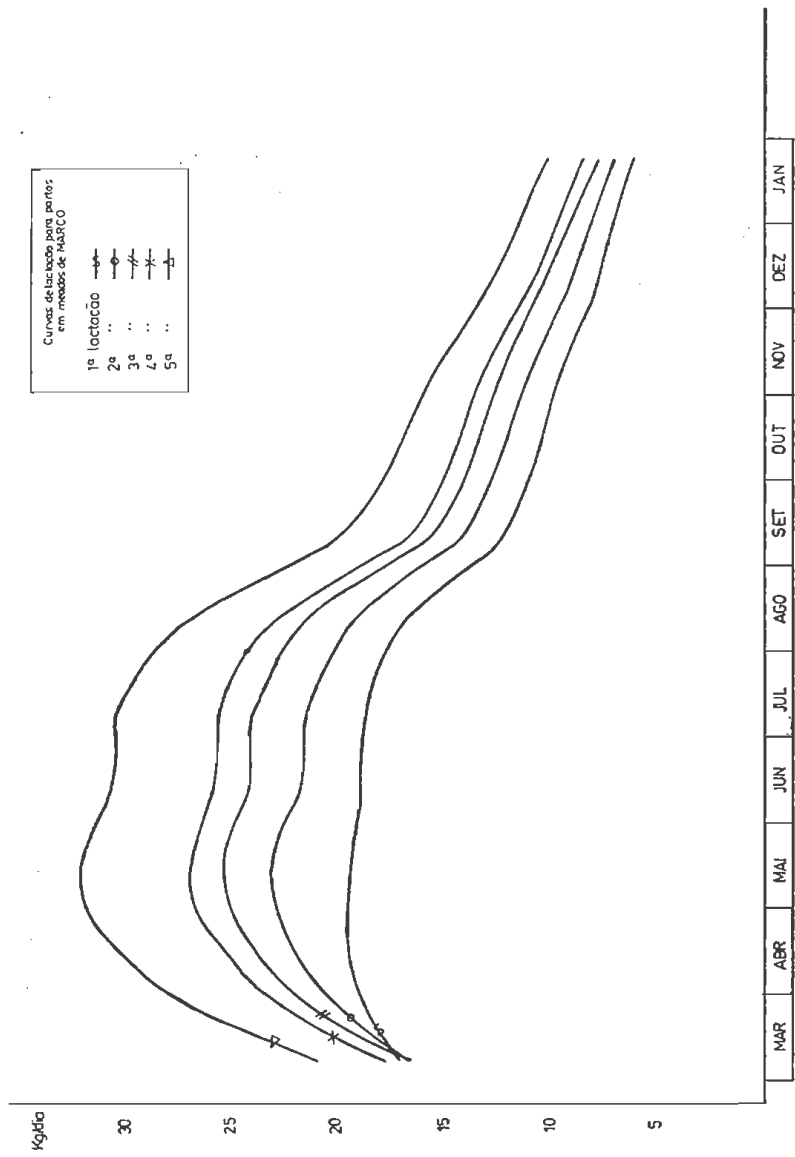
CURVAS DE LACTAÇÃO
PARA OS DIFERENTES MESES DE PARTO

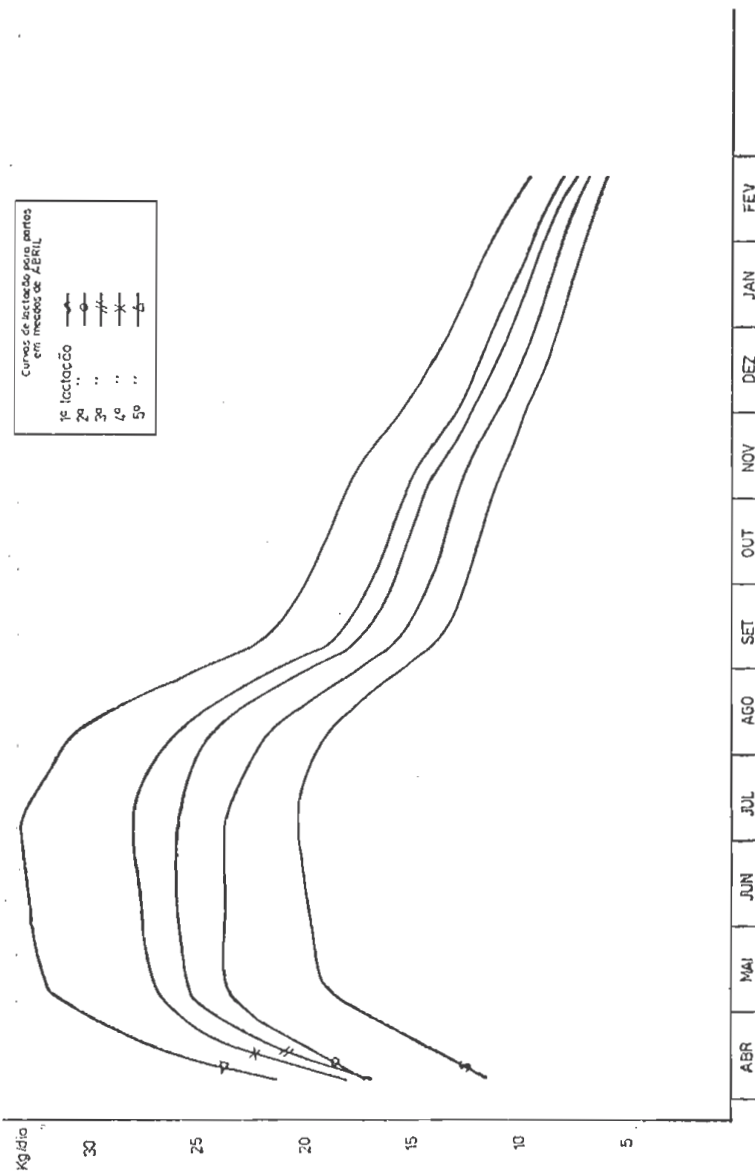
ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS



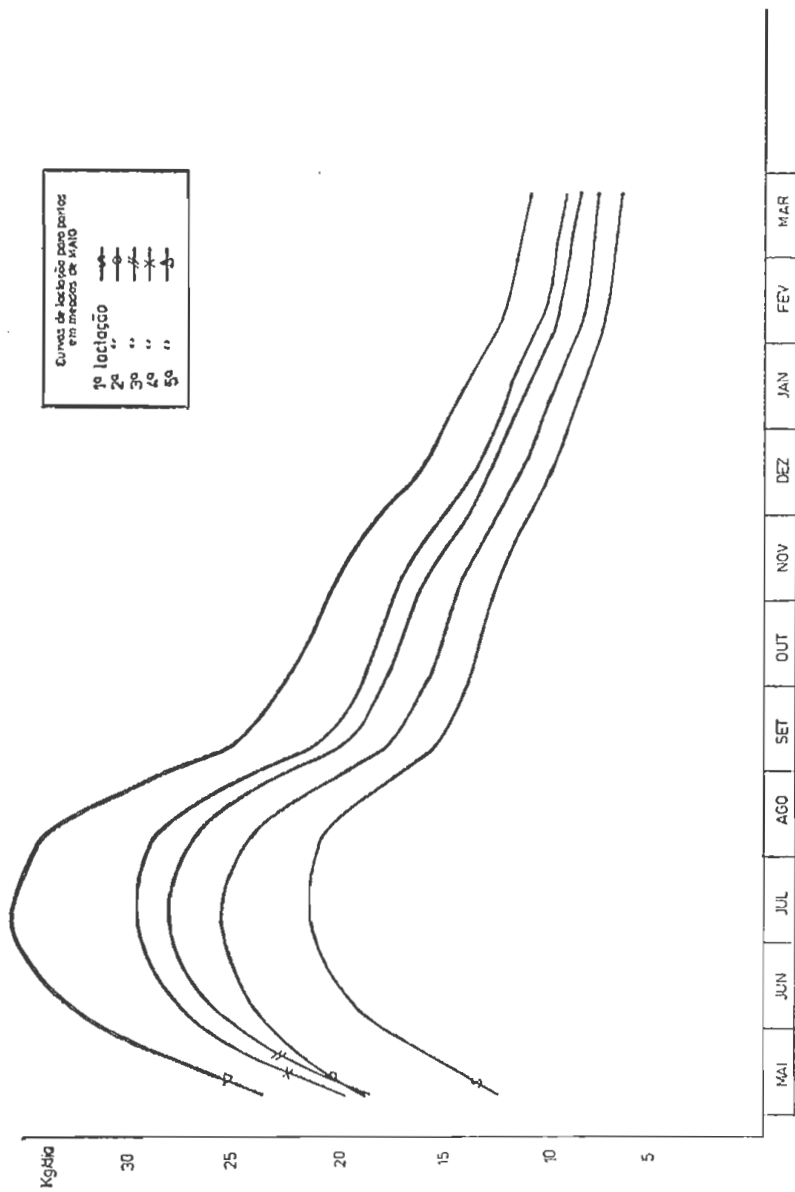


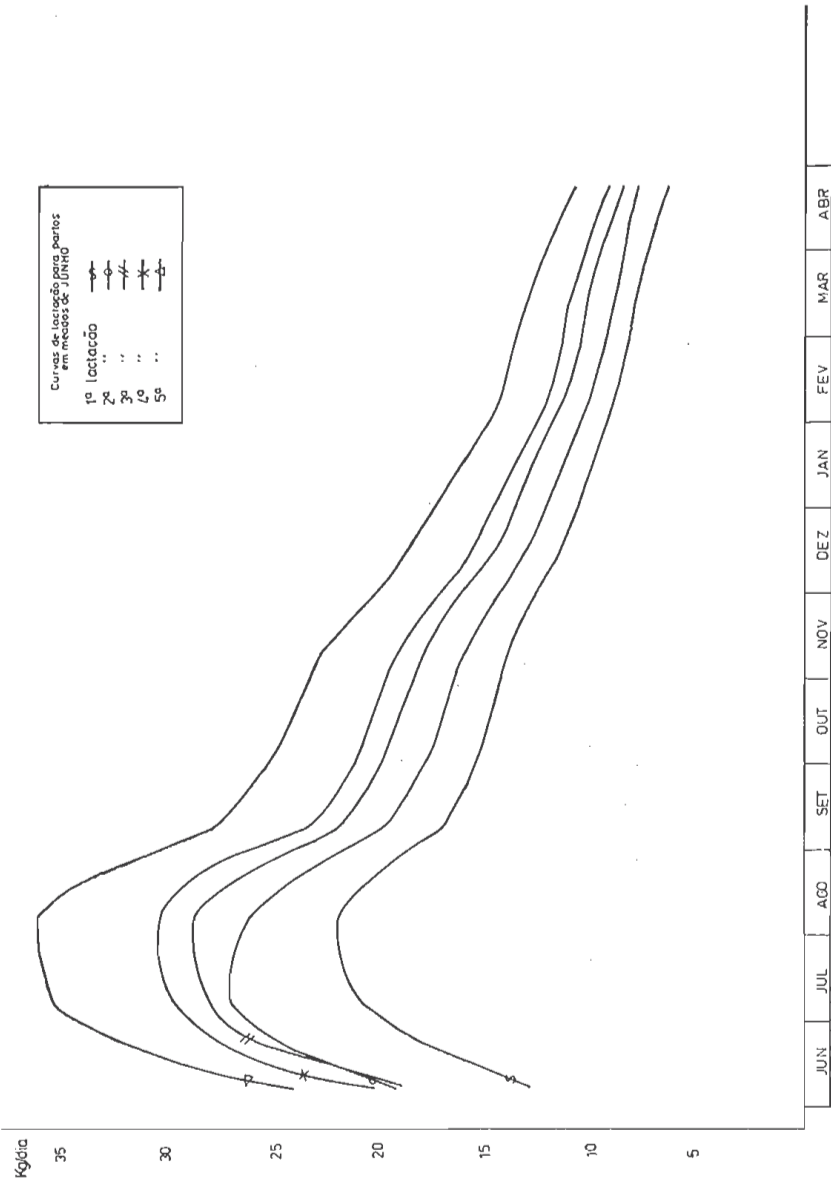
ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS



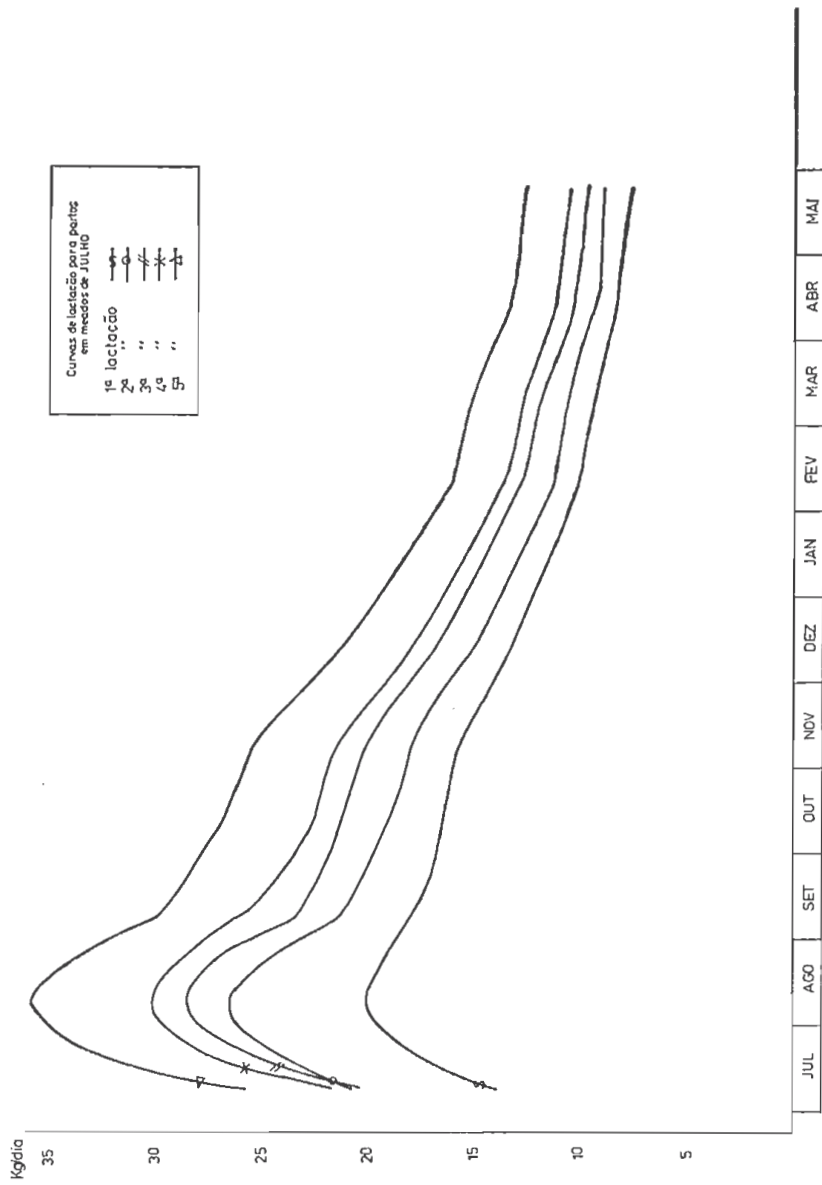


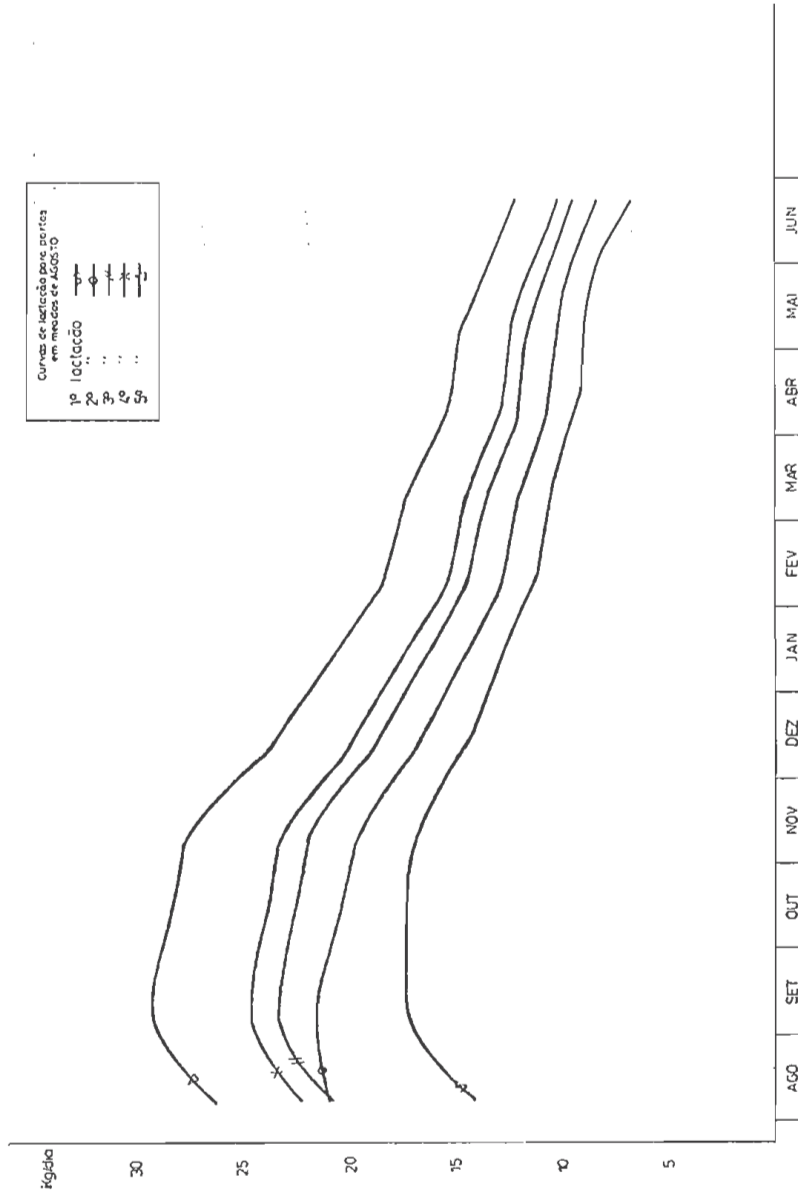
ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS



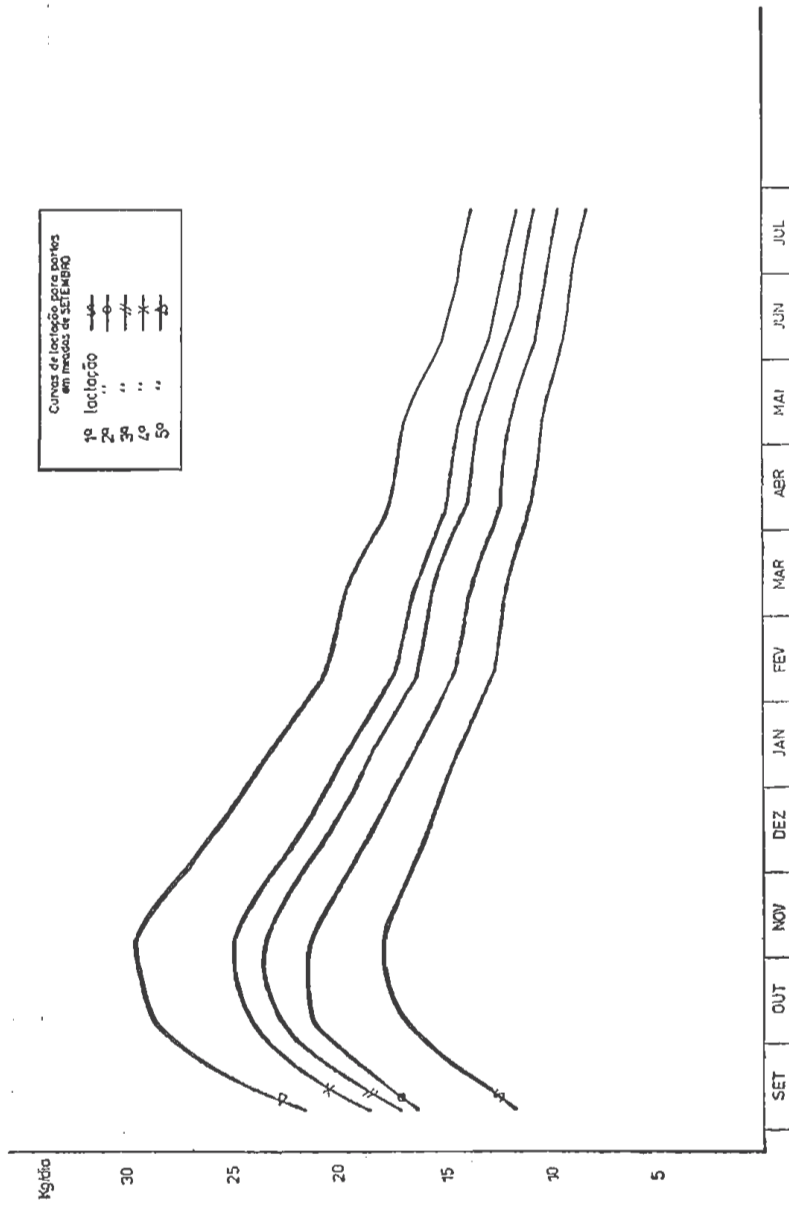


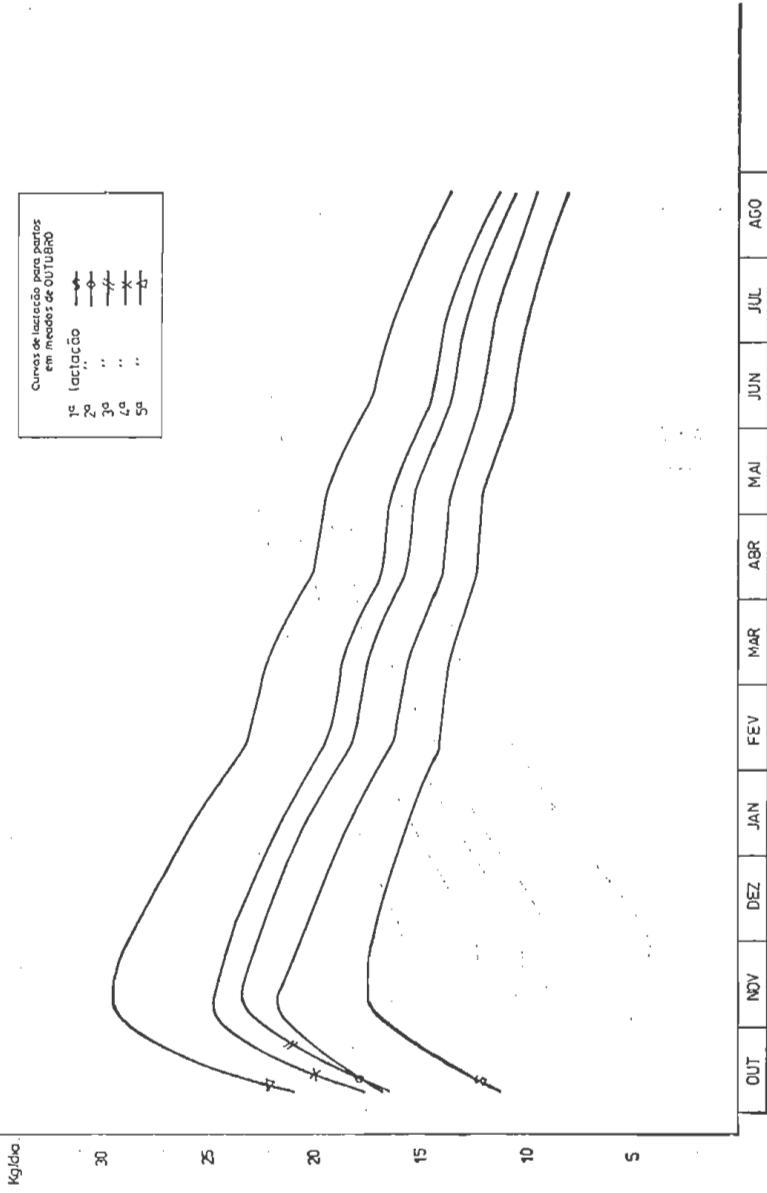
ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS



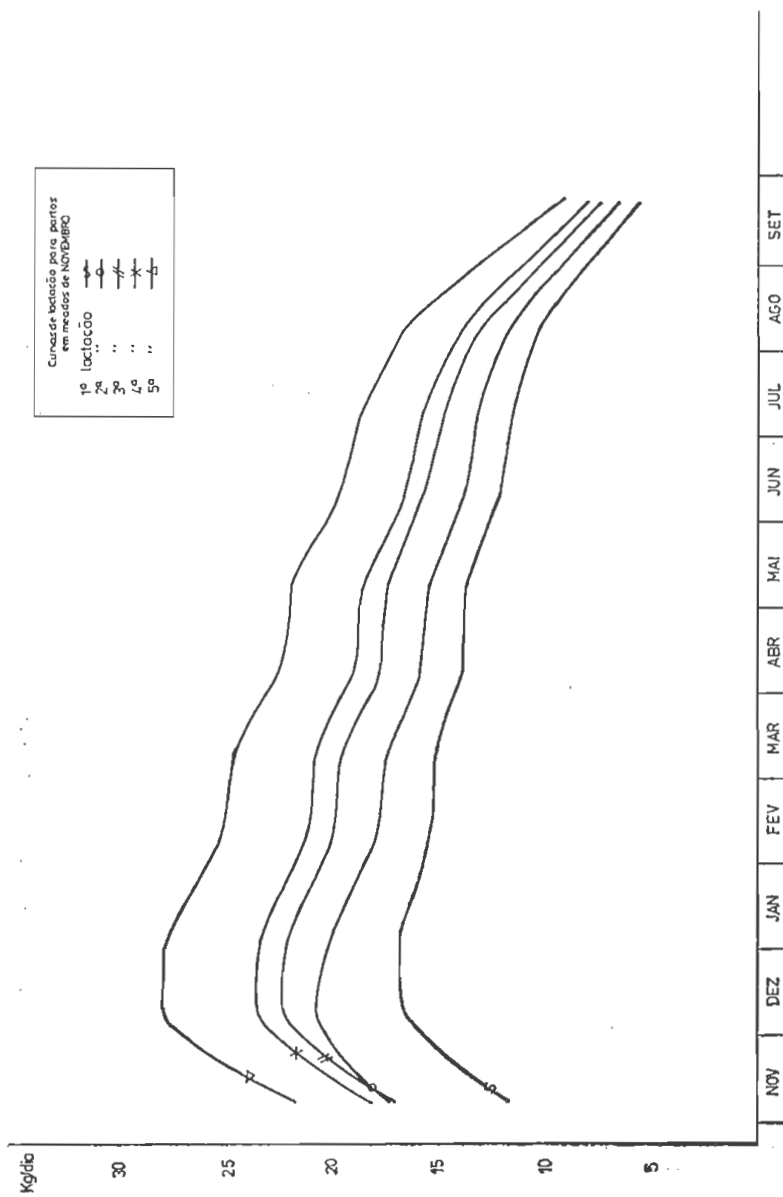


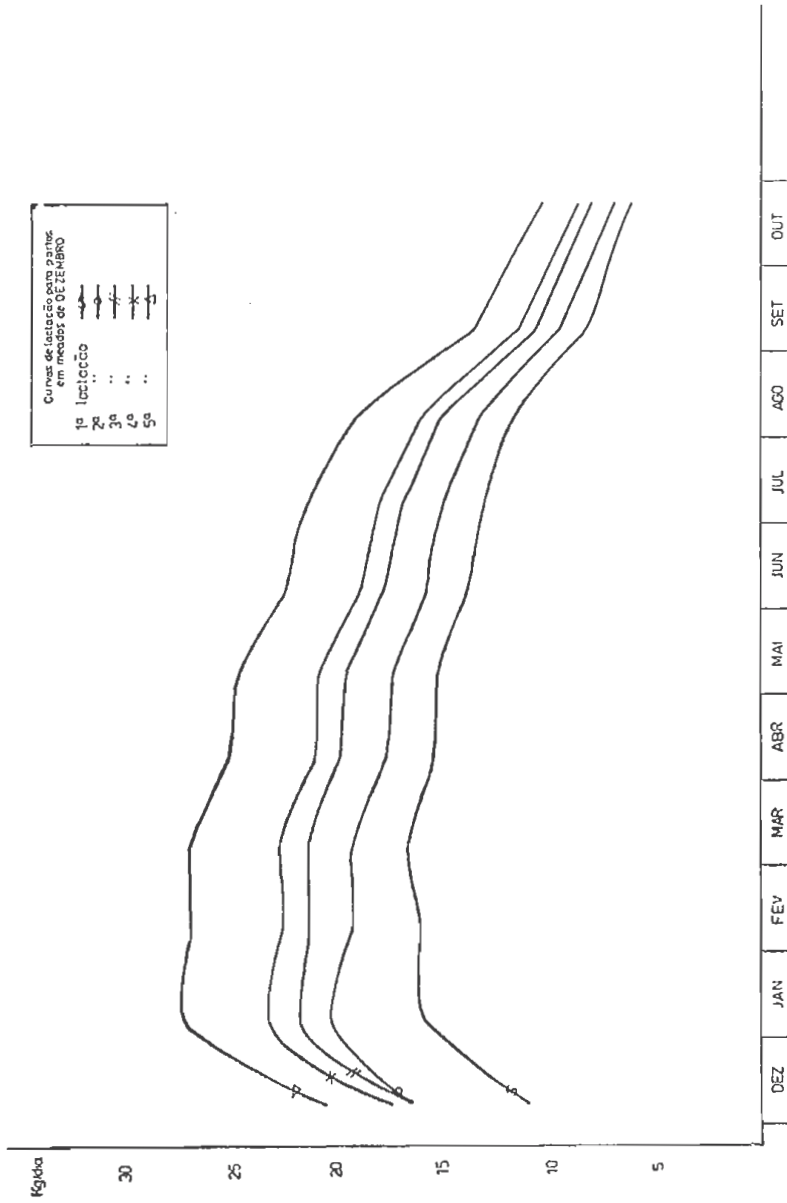
ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS





ESTUDO DAS CURVAS DE LACTAÇÃO DOS BOVINOS LEITEIROS





BIBLIOGRAFIA

M. K. RAO and D. SUNDARESAN, «Studies on the lactation curves on Brown Suizs × Sahiwal crossbred cows», in *World Review of Animal Production*, ONU Ed., 1981 pp. 61-69.

Report of the Breeding and Production Organization, Milk Marketing Board, n.º 22, pp. 83-93.

WOOD, P. D. P., «A note on Regional variations in the sasonality of milk production in dairy cattle», in *Animal Production*, *British Society of Animal Production Ed.*, 1981, vol. 32, pp. 105-108.

— «A simple model of lactation curves for milk yield, food requirement and body weight», in *Animal Production*, *British Society of Animal Production*, ONU Ed., 1981, pp. 61-69.

— «Breed variations in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency», *British Society of Animal Production Ed.*, 1980, vol. 31, pp. 133-141.

— «Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle», *British Society of Animal Production Ed.*, 1969, vol. 11, parte 3, pp. 307-316.

— «Herd Management Control», in *Report of the Breeding Production Organization*, Milk Marketing Board, 1972-73, n.º 23, p. 40.

