

ESTUDO SÔBRE A PRECISÃO DE ALGUNS MÉTODOS PRÁTICOS DE CONTRÔLE LEITEIRO *

W. R. JARDIM, A. M. PEIXOTO, S. SILVEIRA F.^o
e F. PIMENTEL GOMES
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior (1955), os autores estudaram os desvios, em relação à produção efetiva, em cinco métodos de controle leiteiro: semanal, quinzenal, mensal, bimestral e 6-5-8, utilizando-se de lactações de vacas da raça Holstein-Friesian, criadas no Pôsto Zootécnico "Luiz de Queiroz".

O critério utilizado naquele estudo consistiu em somar os resultados do controle nos dias centrais de cada período em questão (semana, quinzena, etc.) multiplicando-se a seguir êsse total pelo número de dias do período. Evidentemente, êste é o critério mais correto. Todavia, na prática os dados não são obtidos dessa forma, pois o controle leiteiro é realizado para um rebanho ou grupo de vacas, e não para cada indivíduo separadamente. Assim, escolhida a frequência do controle, êle é feito em dia ou dias previamente determinados, não importando a data em que ocorreram as partições das vacas.

Em tais condições, como seria de esperar, os êrros obtidos são maiores. Porém, em virtude de dificuldades, principalmente de ordem prática, êste é o critério mais usado pelas organizações encarregadas do serviço de controle.

No presente trabalho é êle objeto de estudo, mediante o emprêgo dos três métodos mais comuns de controle: quinzenal, mensal e bimestral. Os autores procuraram apreciar os êrros em questão, a fim de verificar quais as frequências mais aconselháveis.

* Trabalho realizado na 5a. Cadeira da E. S. A. "Luiz de Queiroz".

REVISÃO DA LITERATURA

No trabalho anteriormente citado, os autores já realizaram uma extensa revisão da literatura sobre o assunto. Entretanto, torna-se interessante salientar algumas pesquisas que, visando maior exequibilidade do controle, tratam do estudo de frequências mais baixas.

GIFFORD (1929) verificou que 69% das lactações de vacas Holstein e Guernsey, inscritas em Livros de Mérito, não apresentavam diferenças significativas, quando se compararam os controles mensal e bimestral. Além disso, apreciando pelo método bimestral, 841 lactações, divididas em 4 grupos, de acordo com os níveis de produção, encontrou coeficientes de correlação variando de 0,956 a 0,997, entre e dentro dos grupos, respectivamente.

Concluiu o autor que a frequência bimestral pode ser considerada satisfatória, quanto aos seus resultados.

McKELLIP e SEATH (1941), comparando lactações estimadas mediante controles mensal e bimestral, encontraram um coeficiente de correlação superior a 0,97. Concluíram que os resultados obtidos pelo teste bimestral, considerando-se as produções controladas em dias previamente determinados, foram tão acurados quanto aqueles obtidos pela frequência mensal.

ALEXANDER e YAPP (1949) comparando 684 lactações pelos métodos mensal e bimestral (considerando-se os resultados do primeiro como produção efetiva), verificaram que apenas 49 (7,16%) ultrapassaram 10% de variação. Concluíram que, embora o método bimestral seja menos preciso que o mensal, pode ser perfeitamente aplicado na prática.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados em estudo no presente trabalho correspondem a 72 lactações de vacas da raça Holstein-Friesian, criadas no Posto Zootécnico, anexo à 5a. Cadeira da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", durante o período de 1933 a 1952. O regime de criação utilizado já foi descrito em todos os seus pormenores em trabalhos anteriores (JARDIM et al, 1955; GOMES & PEIXOTO, 1951).

Foram estudados três métodos práticos de controle quantitativo da produção de leite: quinzenal, mensal e bimestral. Para efeito da coleta dos dados procedeu-se da seguinte maneira: no controle quinzenal foram considerados os dias 15 e 30 de cada mês; no controle mensal apenas o dia 15 de cada mês; finalmente, no controle bimestral, o dia 15 em meses al-

ternados. Quando se tratou do primeiro contrôle, não foi levado em conta portanto, o tempo decorrido a partir da parição do animal.

A quantidade total de leite para cada lactação, segundo recomenda o Regulamento do Serviço de Contrôle Leiteiro da Associação Paulista de Criadores de Bovinos (1947), foi obtida pela fórmula seguinte :

$$Q = \frac{S}{n} \cdot N$$

onde Q é a quantidade total de leite, S representa a soma das quantidades de leite registradas nos contrôles parciais, n é o número de dias de lactação (no presente caso, 305 dias).

Para avaliação dos erros de cada método estudado, considerou-se como produção efetiva a soma dos resultados de 305 dias de lactação, obtidos mediante contrôle diário, a partir do período colostrálico.

As 72 lactações em estudo foram escolhidas de modo a corresponderem a 6 partições em cada mês do ano, sendo ainda 12 de primeira cria, 12 de segunda cria, e assim por diante até a 6a. cria. Foram ainda reunidas para efeito da análise de variância, em 4 grupos aproximadamente correspondentes às 4 estações do ano, a saber : 1) janeiro, fevereiro e março; 2) abril, maio e junho; 3) julho, agosto e setembro; 4) outubro, novembro e dezembro.

Os métodos estatísticos empregados foram os mesmos do trabalho anterior. Como já fizeram antes (1955) os autores salientam que não concordam com os métodos estatísticos utilizados na maioria dos trabalhos sôbre o assunto. Com efeito, o desvio máximo, que continua em uso, depende estreitamente do número de dados observados e tende a crescer com esse número. Além disso, o que interessa não é realmente o erro máximo cometido, mais sim quais os limites de erro obtidos, por exemplo em 95% dos casos. O uso do afastamento médio ou erro médio é mais razoável, mas um estudo cuidadoso do assunto mostra que não se justifica que êle seja preferido ao desvio padrão (s) pois, por um lado, estima o mesmo parâmetro (σ) e, por outro lado, tem eficiência de apenas 87,6% em relação ao desvio padrão, cuja eficiência é de 100% (KENDALL, 1947, pp. 130-131; 1948, pp. 6-7).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro I são apresentados os desvios calculados em relação à produção efetiva, para cada lactação, referentes aos 3 métodos em estudo.

O Quadro II mostra os seguintes dados para cada método de controle: produção total de leite, produção média por lactação, soma algébrica dos desvios (Σx), médias dos desvios (\bar{x}) e seu erro $s(\bar{x})$, estimativa do desvio padrão (s) e coeficiente de variação.

QUADRO II

Contrôle	Produção total de leite (12 lactações) kg	Produção média por lactação (kg)	Σx (kg)	\bar{x} (kg)	$s(\bar{x})$ (kg)	s (kg)	C. V. %
Diário	177.173,90	2.460,75	—	—	—	—	—
Quinzenal	177.750,50	2.468,76	546,6	7,59	7,9	67,7	2,75
Mensal	177.574,05	2.466,31	542,3	8,92	13,5	114,9	4,67
Bimestral	185.977,80	2.583,03	+ 8.773,9	+ 121,86	21,7	184,4	7,49

QUADRO I

Nº	Nome	Nascim.	Cria	Mensal	Bimestral	Quinzenal
1	Indígena	1-51	1a.	45,3	33,1	2,6
2	Canõa	2-46	1a.	40,4	78,5	25,2
3	Estátua	3-41	1a.	67,0	115,8	70,0
4	Jacuba	4-51	1a.	12,8	168,4	20,7
5	Brisa	5-44	1a.	82,6	33,8	73,4
6	Galena	6-48	1a.	14,0	34,8	16,5
7	Dumara	7-46	1a.	22,0	67,8	2,4
8	Cabana	8-46	1a.	46,5	75,5	8,4
9	Ética	9-47	1a.	212,4	371,0	38,6
10	Balisa	10-43	1a.	23,1	74,5	44,0
11	Ilha	11-50	1a.	57,0	92,4	28,4
12	Capota	12-45	1a.	61,0	253,1	42,7
13	Cabana	1-48	2a.	132,1	168,7	13,2
14	Estátua	2-48	2a.	89,8	266,7	105,1
15	Bonina	3-45	2a.	68,4	86,7	40,9
16	Fada	4-49	2a.	131,0	234,7	15,4
17	Paciência	5-33	2a.	319,7	213,0	81,8
18	Boneca	6-45	2a.	41,4	83,6	16,5
19	Alpaca	7-44	2a.	147,3	2,1	98,5
20	Padeira	8-33	2a.	104,7	153,5	1,0
21	Doçura	9-48	2a.	92,6	78,2	19,4
22	Xalata	10-40	2a.	75,1	136,1	81,2
23	Exótica	11-48	2a.	74,3	370,1	17,2
24	Dumara	12-47	2a.	16,6	327,7	53,5
25	Estátua	1-50	3a.	9,5	60,7	0,3
26	Exótica	2-50	3a.	38,5	178,8	11,1
27	Lanterna	3-31	3a.	48,9	176,8	6,0
28	Canõa	4-48	3a.	6,3	73,4	36,4
29	Alpaca	5-46	3a.	62,4	105,1	68,5
30	Ufania	6-40	3a.	67,9	35,3	66,3
31	Ufania	7-53	3a.	70,4	314,4	137,0

32	Bonina	8-46	3a.	39,3	+	01,3	+	01,0
33	Brisa	9-46	3a.	—	—	238,2	—	30,8
34	Extra	10-49	3a.	—	—	108,1	—	62,7
35	Doçura	11-49	3a.	+	+	135,4	+	80,5
36	Ética	12-49	3a.	+	+	452,4	—	38,6
37	Regata	1-38	4a.	+	+	130,8	—	6,4
38	Dumara	2-50	4a.	—	—	12,3	—	82,4
39	Utopia	3-41	4a.	—	—	132,1	—	11,2
40	Bonina	4-48	4a.	—	—	118,4	+	26,9
41	Usura	5-41	4a.	—	—	108,2	—	111,4
42	Cabana	6-50	4a.	—	—	213,9	+	113,3
43	Padeira	7-35	4a.	—	—	201,5	+	152,3
44	Donga	8-50	4a.	+	+	393,1	—	101,0
45	Brisa	9-49	4a.	—	—	168,8	+	123,1
46	Alandina	10-22	4a.	—	—	56,5	+	16,7
47	Resina	11-37	4a.	+	+	285,8	+	66,2
48	Boneca	12-47	4a.	—	—	161,5	+	2,9
49	Nebolina	1-36	5a.	+	+	364,3	+	169,1
50	Regata	2-39	5a.	—	—	106,4	+	51,5
51	Xalata	3-45	5a.	+	+	215,9	+	118,3
52	Capota	4-51	5a.	+	+	0,2	—	27,3
53	Olinda	5-37	5a.	—	—	99,8	+	52,7
54	Ética	6-52	5a.	+	+	435,0	+	41,6
55	Bonina	7-49	5a.	+	+	207,8	+	91,9
56	Estátua	8-52	5a.	+	+	310,4	—	46,4
57	Paizagem	8-37	5a.	+	+	611,0	+	86,4
58	Brisa	10-50	5a.	+	+	138,0	+	37,4
59	Xara	11-44	5a.	+	+	240,5	+	115,5
60	Boneca	12-48	5a.	+	+	28,4	—	29,6

62	Karanda	2-34	6a.	-	203,2	-	419,0	-	22,0
63	Regata	3-40	6a.	+	32,1	+	37,1	+	29,0
64	Uberaba	4-43	6a.	+	56,3	+	239,3	+	56,3
65	Natalina	5-36	6a.	-	136,0	-	175,7	-	47,6
66	Resina	6-40	6a.	-	14,0	+	4,1	-	59,9
67	Urtiga	7-43	6a.	+	43,8	+	171,9	+	28,6
68	Bonina	8-50	6a.	+	62,2	+	199,4	+	1,2
69	Paizagem	9-38	6a.	-	44,8	+	110,7	-	26,5
70	Zimnas	10-47	6a.	+	45,9	+	369,2	+	24,6
71	Ufania	11-44	6a.	+	374,7	+	533,3	+	210,0
72	Foca	12-37	6a.	-	191,9	-	198,0	-	12,5

No Quadro III temos a análise da variância dos desvios observados.

QUADRO III

Causa de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	ϑ
Ordem de parição	5	286.230,60	57.246,12	239,2	1,32 insig.
Época de parição	3	170.728,41	56.909,47	238,5	1,32 insig.
Ordem x Época	15	357.701,74	23.846,78	154,4	0,85 insig.
Resíduo (a)	48	1.555.286,78	32.401,80	180,0	—
Lactações	71	2.369.947,53	33.379,54	182,7	1,90***
Métodos	2	619.539,09	309.769,54	556,5	5,79***
Métodos x Lactações (Resíduo (b))	142	1.308.816,48	9.217,02	96,0	—
Total	215	4.298.303,10	—	—	—

Esta análise se justifica tendo em vista as investigações de BOX (1954). Com efeito, sendo os contrôles quinzenal e mensal baseados em número de dados quatro e duas vezes maior, respectivamente, que o contrôle bimestral, as variâncias respectivas seriam $1/4$ e $1/2$ da que corresponde ao contrôle bimestral.

Ora, as investigações de BOX mostram que uma tal diferença entre variâncias não prejudica sensivelmente a análise.

O exame do quadro III nos revela, de início, que nenhuma influência significativa existe, da época e da ordem de parição sôbre os desvios observados.

Por outro lado, aponta uma diferença altamente significativa entre os métodos estudados, indicando que a precisão não é a mesma.

O teste de Tukey (GOMES, 1954) nos mostra que os métodos quinzenal e mensal não diferem significativamente entre si, quanto ao valor de \bar{x} mas que ambos apresentam diferenças significativas em relação ao contrôle bimestral.

A fim de verificar se as estimativas obtidas são ou não tendenciosas, comparamos as médias dos desvios em cada método com o valor esperado (zero), no caso de ser não tendenciosa a estimativa, fazendo um teste t , como se segue :

$$\text{Contrôle quinzenal} \quad t = \frac{7,59 - 0}{7,9} = 0,96 \text{ não significativo}$$

$$\text{Contrôle mensal} \quad t = \frac{8,92 - 0}{13,5} = 0,66 \text{ não significativo}$$

$$\text{Contrôle bimestral} \quad t = \frac{121,86 - 0}{21,7} = 5,62 \text{ ***}$$

Os resultados revelam que o contrôle bimestral apresenta "bias" positivo, altamente significativo, e portanto o método deve ser considerado tendencioso. A precisão dos resultados obtidos pelos três métodos, comprova o fato. Essa precisão foi determinada calculando-se os intervalos dentro dos quais, com certa probabilidade (95% por exemplo), esperamos que caia um desvio x , relativo a uma estimativa obtida por meio de um dos métodos. A diferença $(x - \bar{x})$ tem a distribuição de t com média 0, e portanto a estimativa do seu desvio padrão pode ser expressa :

$$s(x - \bar{x}) = \sqrt{1 + \frac{1}{72}} \cdot s = 1,007 \cdot s,$$

onde \bar{x} é a média dos 72 desvios relativos a cada método. Tomando-se o nível de 5% de probabilidade, e lembrando que temos 71 graus de liberdade, o intervalo procurado será :

$$\bar{x} \pm 1,99 \cdot 1,007 \cdot s = \bar{x} \pm 2,00 \cdot s$$

Os intervalos calculados constam do quadro IV.

QUADRO IV

Contrôle	$\bar{x} \pm 2,00 \cdot s$	Limites	Limites %	Amplitude	Amplitude %
Quinzenal	7,59 ± 2,00 · 67,7	- 127,81 a + 142,99	- 5,2 a + 5,8	270,80	11,0
Mensal	8,92 ± 2,00 · 114,9	- 220,88 a + 238,72	- 8,9 a + 9,7	459,60	18,6
Bimestral	121,86 ± 2,00 · 184,4	- 246,94 a + 490,66	- 10,1 a + 19,9	737,60	30,0

A amplitude dos intervalos mostra que o método bimestral é muito menos preciso que os outros. Os limites oscilam entre — 10,1% a + 19,9% da produção média efetiva, isto é, o método oferece variações diárias de até 1,61 quilos de leite, o que o torna desaconselhável. O mesmo não acontece com os controles quinzenal e mensal, cujos intervalos têm por limites valores mais ou menos equidistantes de zero, e portanto não são tendenciosos.

A fim de melhor esclarecer a questão, organizamos o Quadro V, onde se acham classificados os desvios, segundo sua variação, a partir da produção efetiva, dentro do intervalo de 0 a $\pm 5\%$.

QUADRO V

Contrôle	0 a $\pm 5\%$	
	Nº.	%
Quinzenal	66	91,7
Mensal	57	79,2
Bimestral	28	38,9

Das 72 lactações estudadas, somente 28, isto é, 38,9% caíram dentro do intervalo de 0 a $\pm 5\%$, quando se empregou o controle bimestral. Isto corresponde praticamente à metade do resultado obtido pelo controle mensal.

Não resta dúvida de que o controle quinzenal oferece a maior precisão entre as três frequências estudadas. Todavia, o controle mensal, tendo em vista que a sua variação não ultrapassou $\pm 10\%$ da produção média efetiva, pode ser considerado perfeitamente satisfatório.

As nossas observações não concordam plenamente com as dos autores americanos citados na revisão da literatura que consideram o controle bimestral tão preciso quanto o mensal. É preciso ter em conta, porém, que as comparações daqueles pesquisadores foram realizadas considerando a produção obtida pelo controle mensal como efetiva, visando encontrar uma frequência mais baixa, tanto quanto possível precisa, para ser usada na prática. Neste trabalho, porém, tomamos sempre por base a produção controlada diariamente, como efetiva, e por essa razão, as nossas conclusões se nos afiguram mais exatas.

trôle quinzenal, 79,2 para o mensal, e apenas 38,9 para o bimestral.

7) O contrôle bimestral, em face da ampla variação nos resultados obtidos não nos parece recomendável. Esta observação não concorda com a dos pesquisadores americanos que estudaram o assunto, embora os resultados, como foram obtidos, não sejam perfeitamente comparáveis.

ABSTRACT

This paper deals with the estimation of milk production by means of biweekly monthly and bimonthly observations, without taking in account, as usual in practice, the date of calving. The data studied were the same 72 records of cows of the Holstein-Friesian breed used in a former paper (1955), being 6 calvings on each month of the year and also 12 first calvings, 12 second calvings, and so on, up to the sixth. These cows belong to the herd of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Piracicaba, S. P., Brazil).

The authors criticize the use of "maximum error" to be found in papers dealing with this subject, and also the use of mean deviation. The former is completely superseded and undvisable, and the latter, although equivalent, to a certain extent, to the usual standard deviation, has only 87,6% of its efficiency, according to KENDALL (1947, pp. 130-131; 1948, pp. 6-7).

The data obtained were compared with the actual production, obtained by daily control and the deviations observed were studied. Their means and standard deviations are given on table II.

An analysis of variance (table III) was carried out, this being correct in view of recent researches of BOX (1954). The analysis shows that the biweekly and monthly methods are not biased, while the bimonthly control is slightly positively biased, the bias being about 5%.

The *t* test was used to compare the observed bias with the expected value (zero) under the null hypotheses. This test confirmed the result obtained by the analysis of variance method, for we have :

$$\text{Biweekly control: } t = \frac{7,59 - 0}{7,9} = 0,96;$$

$$\text{Monthly control: } t = \frac{8,92 - 0}{13,5} = 0,66;$$

$$\text{Bimonthly control: } t = \frac{121,86 - 0}{21,7} = 5,62^{***}$$

We denote by three asterisks significance at the 0,1% level.

The precision of the methods studied may be judged by the intervals given in table IV, which cover, in 95% of cases, the percent deviation corresponding to an estimate obtained by one of three methods studied.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M. H. e W. W. YAPP, 1949 — Comparison of methods estimating milk and fat production in dairy cows. *Jour. Dairy Sci.* 32: 621-629.
- ANÔNIMO, 1947 — Regulamento do Serviço de Contrôlo Leiteiro da Associação Paulista de Criadores de Bovinos S Paulo.
- BOX, G. E. P., 1954 — Some theorems on quadratic forms applied in the study of variance problems, II. *Ann. Math. Stat.* 25: 484-498.
- GIFFORD, W., 1929 — The reliability of bimonthly tests. *Jour. Dairy Sci.* 13: 81-90.
- GOMES, F. P., 1954 — A comparação entre médias de tratamentos na análise da variância. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 11: 1-12.

- GOMES, F. P. e A. M. PEIXOTO, 1951 — Estudo sôbre a variação da produção leiteira na raça Holandesa malhada de preto. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 8: 69-86.
- JARDIM, W. R., A. M. PEIXOTO, S. SILVEIRA FILHO e F. PIMENTEL GOMES, 1955 — Estudo comparativo entre métodos de contrôle quantitativo da produção leiteira. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* (em impressão).
- KENDALL, M. G., 1947 — The advanced theory of Statistics, Vol. I. Charles Griffin & Co. Ltd., Londres.
- KENDALL, M. G., 1948 — The advanced theory of Statistics, Vol. II. Charles Griffin & Co. Ltd., Londres.
- McKELLIP, I. e D. W. SEATH, 1941 — A comparison of the different methods of calculating yearly milk and butterfat records. *Jour. Dairy Sci.* 24: 181-192.

Faça adubação racional exigindo

POTASSA

complemento indispensável do Fósforo e do Azoto

A POTASSA regulariza a vida vegetal; aumenta a resistência das plantas às secas, geadas e doenças; favorece a boa maturação e a qualidade dos produtos.

A POTASSA é o elemento fertilizante de unidade mais barata.

Informações e folhetos técnicos gratuitos:



COMPANHIA BRASILEIRA
DE POTASSA E ADUBOS

Praça da República, 270

Fone, 34-1247 — C. Postal, 6082

SÃO PAULO