

# COMO VARIA DURANTE O PERÍODO DE LACTAÇÃO A PORCENTAGEM DE GORDURA DO LEITE EM PIRACICABA

## OUTRAS CONCLUSÕES DE UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Frederico Pimentel Gomes

Agrônomo

### Correção da influência do mês de lactação sobre a porcentagem de gordura do leite

No nosso trabalho anterior (1) apresentámos o quadro seguinte, que representa a soma das porcentagens de gordura do leite nos 108 períodos de lactação analisados em cada um de seus 12 meses.

Mês de lactação	1 o	2.o	3 o	4.o	5.o	6.o	7.o	8 o	9.o	10.o	11.o	12 o
Soma	368,1	369,6	374,5	387,8	391,8	403,3	397,5	411,5	414,9	430,3	450,3	467,8

Dividindo-se êsses números por 108, temos a média para cada um dos meses de lactação.

Mês de lactação	1 o	2 o	3 o	4.o	5.o	6 o	7 o	8.o	9.o	10.o	11.o	12.o
Média	3,408	3,422	3,468	3,591	3,628	3,734	3,680	3,810	3,842	3,984	4,169	4,331

O erro standard de cada uma dessas médias é:

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{108}} = \frac{0,2214}{\sqrt{108}} = \pm 0,0213 ,$$

pois vimos no trabalho citado que  $\sigma = \pm 0,2214$ .

Esses resultados se acham representados no gráfico por uma linha poligonal.

Tratámos também de determinar a natureza da dependência existente entre a porcentagem de gordura do leite e o mês de lactação. Chamando-se  $y$  a porcentagem de gordura do leite e  $x$  o mês de lactação, trata-se de determinar a natureza da função

$$y = f(x).$$

Começámos por verificar se se tratava de um caso de correlação retilínea ou curva. O gráfico parecia indicar uma correlação curva, mas só um teste estatístico poderia tirar as dúvidas. Para resolver o problema, calculámos  $n$  e  $r$ . Para maior exatidão, eliminámos a influência da variação individual, isto é, supuzemos os dados esperados adaptados à média de cada animal, o que é mais razoável.

Chegámos ao seguinte resultado, depois de subtraídas as correções, etc..

	Total	Individual	Resto
$\sum dx dy$	1 197,72	0	1 197,72
$\sum dx^2$	15 444,00	0	15 444,00
$\sum dy^2$	334,65	163,47	171,18
$g$	1 295	107	1 188

As notações são análogas às utilizadas por RODRIGUES (2), com exceção de  $g$ , que indica o grau de liberdade.

Daí calculámos o coeficiente de correlação.

$$r = \frac{1\ 197,72}{\sqrt{15\ 444 \times 171,18}} = 0,6565 \quad g = 1\ 188 \quad \text{Significante.}$$

Então chegou a vez de calcular  $e$ , que é o quociente da

divisão do erro das médias dos diferentes meses de lactação pelo erro standard.

$$e = \frac{\sigma_{m y}}{\sigma_y}$$

Ora, fácil é concluir que  $\sigma_{m y}$  é igual ao erro devido ao mês de lactação, calculado no nosso trabalho anterior, sobre a raiz quadrada de 108.

$$m y = \frac{2,999}{\sqrt{108}} = 0,2886.$$

Por sua vez,  $\sigma_y$  é igual à raiz quadrada do resto de  $\sum dy^2$ , depois de eliminada a variação individual, sobre 1188.

$$\sigma_y = \frac{171,18}{1188} = \pm 0,3796.$$

Portanto:

$$e = \frac{0,28886}{0,3796} = 0,7603.$$

Seja:

$$dz = e^2 - r^2 = (0,7603)^2 - (0,6565)^2 = 0,1471.$$

O erro de  $dz$  (dzeta) é dado pela fórmula seguinte, de acôrdo com RODRIGUES (2):

$$\sigma_{dz} = 2 \sqrt{\frac{dz}{N}} = 2 \sqrt{\frac{0,1471}{1296}} = 2 \frac{\sqrt{0,1471}}{36} = \frac{\sqrt{0,1471}}{18}$$

Portanto:

$$\delta = \frac{dz}{\sigma_{dz}} = \frac{0,1417}{\frac{\sqrt{0,1417}}{18}} = 18 \sqrt{0,1417} = 6,903 \text{ Significante.}$$

Ora, o limite de 1‰ é 3,29. Conclui-se, portanto, que é um caso de correlação curva, isto é, expressa por uma função  $f(x)$  de grau superior ao primeiro.

Supuzemos então que se tratava de uma função do 2.º grau da forma  $y = a + bx + cx^2$ . Os coeficientes *a*, *b*, e *c* foram calculados com os nossos dados de acôrdo com as fórmulas que se deduzem pela aplicação do principio dos quadrados mínimos.

A equação obtida foi:

$$y = 3,405 + 0,01241 x + 0,00498 x^2$$

*y* representa a porcentagem de gordura do leite e *x* o mês de lactação, sendo a determinação feita no meio de cada mês.

De acôrdo com essa curva, que se acha representada no gráfico, os valores esperados para o rebanho da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" são os seguintes:

Mês de lactação	1o	2o	3o	4o	5o	6o	7o	8o	9o	10o	11o	12o
Valores esp.	3,422	3,450	3,487	3,535	3,592	3,659	3,736	3,823	3,920	4,027	4,144	4,271

A média geral é 3,756%.

Qualquer correção feita com base nestes valores deve fundar-se pelo menos em 4 observações feitas sôbre o animal em perfeito estado de saúde e em condições normais de trato e alimentação. A correção é feita por meio de simples translação de eixos, como em Geometria Analítica.

### A variação individual

No nosso trabalho anterior (1) achámos para a variação individual um êrro de  $\pm 1,236$ , ao passo que o êrro da experiência era apenas  $\pm 0,2214$ . Façamos um *z*-test.

$$z = \log \text{nat} \frac{\sigma_1}{\sigma_2}$$

$$z = \log \text{nat} \frac{1,236}{0,2214} = \log \text{nat} 1,236 - \log \text{nat} 0,2214.$$



O logaritmo natural ou neperiano se calcula pela fórmula:

$$\log \text{ nat } A = \frac{\log A}{\log 2,71828} = \frac{\log A}{0,4343} = 2,3026 \log A.$$

Portanto:

$$z = 0,2116 + 1,5060 = 1,7176 \quad g_1 = 107 \quad g_2 = 1166.$$

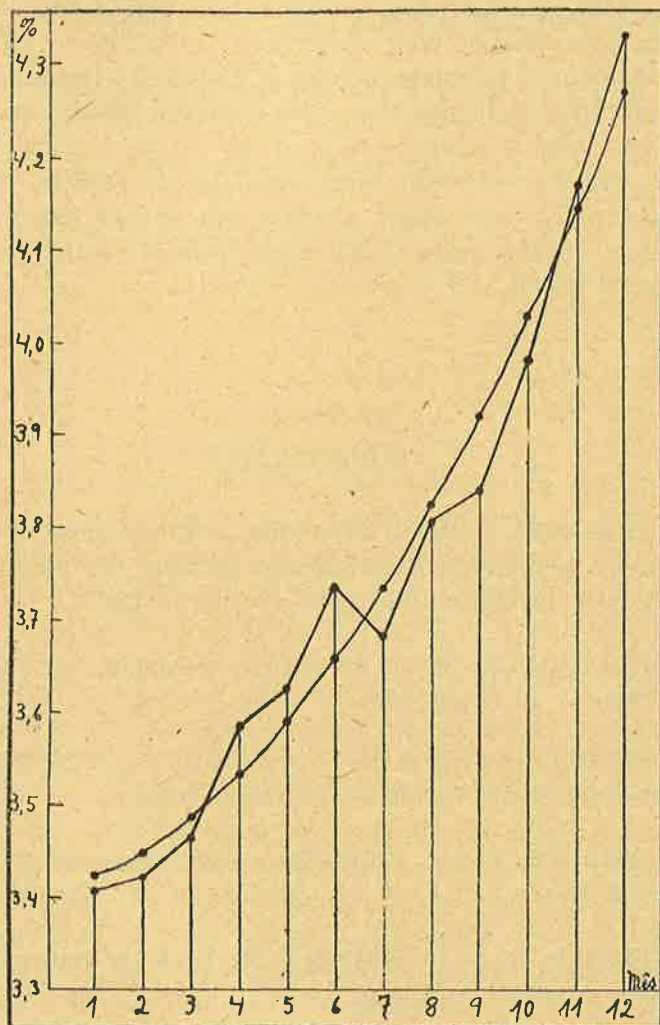
A tabela de  $z$  que temos é incompleta, pois além do grau para o erro menor, vem logo  $\infty$  também. Mas mesmo tomando-se, num cálculo excessivamente pessimista, o grau de liberdade do erro maior como 24 e o do menor como 60, temos na tabela de 1% de probabilidade para o  $z$ -test o valor de 0,3746, muito menor que o valor achado, que é 1,7176.

Isto nos mostra que há uma variação individual significativa, o que indica a possibilidade de uma seleção no sentido de melhorar a porcentagem de gordura do leite desse rebanho de gado Holandês pela escolha das vacas de porcentagem de gordura significativamente superior à média do rebanho.

De todos os animais analisados, o campeão foi a vaca Uva, com 4,71% como média durante toda a lactação.

Para maior exatidão, seria conveniente corrigir a influência da idade dos animais. Como não fizemos essa correção, e como trabalhamos com um número relativamente elevado de vacas (108) resolvemos tomar como limite de significância o de 1‰, que corresponde a um afastamento da média de 3,29 vezes o erro standard.

Para evitar o cálculo da média para cada animal, lançamos mão da conhecida fórmula para o erro da soma. E, enfim, para não entrar em detalhes bastante conhecidos por todos os que se dedicam à Biometria, diremos que chegamos à conclusão de que as vacas seguintes são as que a análise indica como de leite significativamente mais gordo do que a média do rebanho em estudo: Luneta, Nicotina, Onda, Oferta, Paisagem, Regata, Resina, Rede, Salada, Tipóia, Toca, Usura, Uvaia, Uva, Ufania, Xalata, Xalmas, Zoada.



A linha poligonal representa as médias mensais observadas em cada um dos meses de lactação. A curva é a representação gráfica da função interpoladora

$$y = 3,405 + 0,01241 x + 0,00498 x^2.$$

Restaria, agora, analisar a produção de leite do mesmo rebanho e escolher as vacas que aliam uma boa produção a uma boa porcentagem de gordura no leite. Aliás, não é inoportuno acentuar que a produção leiteira é, dos dois, o fator mais importante. Mas nem por isso a porcentagem de gordura é desprezível, especialmente no caso de ser o leite utilizado para a fabricação de manteiga, como acontece na Escola "Luiz de Queiroz". E cremos poder afirmar, em virtude desta análise, que uma seleção neste sentido dará ótimos resultados no rebanho da Escola. (\*)

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 — PIMENTEL GOMES, Frederico — Como varia durante o ano a porcentagem de gordura do leite em Piracicaba — Revista de Agricultura, Set. e Out. de 1943.
- 2 — RODRIGUES, Milton da Silva — Elementos de Estatística Geral — S. Paulo, 1934.
- 3 — SNEDECOR, George W. — Calculation and Intérpretation of Analysis of Variance and Covariance.
- 4 — BRIEGER, F. G. — Tábuas e Fórmulas para Estatística — S. Paulo.
- 5 — FISHER, R. A. — Statistical Methods for Research Workers — 1932.
- 6 — REDDICK and MILLER — Advanced Mathematics for Engineers — 1938.

---

(\*) Nota da Redação: — Neste artigo empregou-se e em lugar de *eta* e *dz* em lugar de *dzeta*.