

NOVAS ESTIMATIVAS BRASILEIRAS DO COEFICIENTE DE EFICÁCIA

Marli de Bem Gomes ⁽¹⁾
Ilene Ribeiro da Silva ⁽²⁾

INTRODUÇÃO

No estudo de ensaios de adubação é usual determinar a dose economicamente aconselhável de um nutriente, calculada a partir de uma equação de regressão relativa a dados de produção. Uma das equações usadas para isso é a de Mitscherlich:

$$Y = A \left[1 - 10^{-c(x+b)} \right]$$

onde aparece o parâmetro *c*, coeficiente de eficácia, que vamos estudar. O mais importante, porém, é a determinação da dose economicamente aconselhável, definida como aquela que torna máxima a receita líquida.

PIMENTEL GOMES (1953) apresentou a seguinte fórmula:

$$X^* = \frac{1}{c} \log \frac{Awc}{t \log e} - b,$$

simplificada por PIMENTEL GOMES & ABREU (1959), que dela deduziram a seguinte:

⁽¹⁾ Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba
⁽²⁾ Instituto Agronômico, Campinas.

$$X^* = \frac{1}{2} X_u + \frac{1}{c} \log \frac{w u}{t X_u}$$

Nestas fórmulas temos X_u , que é uma dose de nutriente usada no ensaio, u é o aumento de produção devido à dose X_u , em relação à testemunha, w é o preço do produto e t o preço do nutriente.

Observamos nestas três fórmulas citadas a importância da determinação de c , uma vez que esse parâmetro está presente em todas elas.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Dados referentes às culturas de: feijão, batata, amendoim, trigo, milho, soja, arroz, algodão e mandioca, obtidos em diversos Estados do Brasil, dos projetos BNDE/ANDA e FAO/ABCAR/ANDA.

Métodos:

Estimaram-se valores de c pela fórmula:

$$\hat{c} = \frac{1}{q} \log \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_0}{\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1}$$

(PIMENTEL GOMES, 1978), somente para ensaios com três níveis de adubação equidistantes.

Calculou-se a variância desse valor de c pela fórmula abaixo:

$$\hat{V}_1(\hat{c}) = \frac{F_{rr}}{(2,30\beta q \hat{\rho})^2} \cdot \frac{s^2}{r}$$

apresentada por PIMENTEL GOMES (1953), onde;

$$F_{rr} = 2 \cdot \frac{1 + \hat{\rho} + \hat{\rho}^2}{(1 - \hat{\rho})^2}$$

$$\hat{\rho} = 10^{-\hat{c}q},$$

$$\hat{\beta} = -A \cdot 10^{-\hat{b}\hat{c}},$$

q é a dose básica do nutriente, r é o número de repetições. Tomou-se para s^2 o valor do quadrado médio do resíduo da análise de variância. Também se calculou pela fórmula:

$$\hat{V}_2(\hat{c}) = \left[\frac{\log e}{qu_1(u_2 - u_1)} \right]^2 \left[\bar{Y}_0^2 + \bar{Y}_1^2 + \bar{Y}_2^2 - \bar{Y}_0\bar{Y}_1 - \bar{Y}_0\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1\bar{Y}_2 \right]^2 \frac{s^2}{r}$$

dada por D'AULÍSIO (1973), onde u_1 é o aumento da produção com relação a primeira dose do nutriente e u_2 é o aumento com relação a segunda dose do nutriente.

Comparou-se através do teste t , o valor de \hat{c} calculado por nutriente, por local e pela cultura, com o existente na literatura, de acordo com o nutriente utilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calcularam-se as estimativas do parâmetro \hat{c} , os desvios padrões $s_1(\hat{c})$ e $s_2(\hat{c})$, sendo $s_1(\hat{c})$ obtido pela fórmula apresentada por PIMENTEL GOMES (1953) e $s_2(\hat{c})$ pela apresentada por D'AULÍSIO (1973), calculou-se com esses dois desvios padrões os valores de t_1 e t_2 , aplicando-se assim a prova de t comparando os valores de \hat{c} com os existentes na literatura dados por PIMENTEL GOMES (1957), que os calculou para a cultura de cana-de-açúcar para as regiões de Pernambuco e Alagoas, mas estão tendo seu uso generalizado para qualquer cultura e região, ele obteve os seguintes valores: $c = 0,0049$ para N, $c = 0,0088$ para P_2O_5 e $c = 0,0088$ para K_2O .

Os resultados obtidos estão nos Quadros I, II e III, que estão a seguir.

QUADRO I

Nitrogênio (c = 0,0049)

Cultura	Local	n.o de ensaios	\hat{c}	s_1 (\hat{c})	t_1	s_2 (\hat{c})	t_2
Batata	Minas Gerais	47	0,009.419	0,009.44722	0,478	0,00943663	0,479
Feijão	Brasil	231	0,025.051	0,01405702	1,43	0,01404136	1,44
Amendoim	Brasil	33	0,021.583	0,08044619	0,207	0,08035707	0,208
Milho*	Minas Gerais	29	0,005.440	0,00366742	0,147	0,00366333	0,147
Milho*	R. G. do Sul	48	0,006.800	0,00337342	0,563	0,00337045	0,563
Milho*	Paraná	50	0,008.478	0,01090550	0,328	0,01089357	0,328
Trigo	R. G. do Sul	18	0,012.958	0,00647688	1,24	0,00646915	1,24

QUADRO II

Fósforo ($c = 0,0088$)

Cultura	Local	n-o de ensaios	\hat{c}	s_1 (\hat{c})	t_1	s_2 (\hat{c})	t_2
Soja	Paraná	28	0,023325	0,04818723	0,301	0,04813460	0,302
Feijão*	Brasil	208	0,011803	0,00440227	0,682	0,00439772	0,683
Feijão*	Minas Gerais	21	0,015593	0,01515552	0,448	0,01513902	0,449
Arroz (seq.)	Brasil	326	0,004400	0,00258070	1,70	0,00257682	1,71
Amendoim	Brasil	33	0,006741	0,01377352	0,149	0,01375790	0,150
Algodão	Paraná	48	0,011906	0,00938136	0,331	0,00937123	0,331
Milho*	Minas Gerais	29	0,013488	0,00936375	0,501	0,00935307	0,501
Milho*	R. G. do Sul	48	0,009518	0,00762430	0,094	0,00761577	0,094
Milho*	Paraná	50	0,014158	0,00791580	0,677	0,00790695	0,678
Trigo*	Paraná	29	0,005364	0,00611964	0,561	0,00611228	0,562
Trigo*	R.G. do Sul	25	0,012171	0,00744983	0,452	0,00744177	0,453
Trigo*	R.G. do Sul	18	0,007434	0,00644282	0,212	0,00643583	0,212

* As culturas que não apresentam um resultado reunido, dando um só valor para o Brasil, é porque não podem ser grupadas, por terem doses diferentes de nutriente.

QUADRO III

Potássio ($c = 0,0088$)

Cultura	Local	n.o de ensaios	\hat{c}	s_1 (\hat{e})	t_1	s_2 (\hat{e})	t_2
Mandioca	Minas Gerais	26	0,041246	0,11902010	0,273	0,11889110	0,273
Amendoim	Brasil	33	0,039690	0,73340760	0,042	0,73262730	0,042
Algodão	Paraná	48	0,008589	0,1214866	0,017	0,01213507	0,017
Milho	Minas Gerais	29	0,001150	0,01317231	0,581	0,01327064	0,576
Trigo	R. G. do Sul	25	0,030881	0,1307161	0,169	0,13057520	0,169

Na literatura existem, porém, os valores de c obtidos por BOGGIO RONCEROS (1973) para o nitrogênio e o fósforo para as culturas de milho e arroz relativas aos Estados de Minas Gerais e Goiás. Os valores obtidos por este autor para a cultura de milho são:

$$\hat{c} = 0,006995 \pm 0,003162 \text{ para o nitrogênio e}$$

$$\hat{c} = 0,010009 \pm 0,004472 \text{ para o fósforo.}$$

Para a cultura de arroz, de sequeiro, determinou o valor de c apenas para o fósforo:

$$\hat{c} = 0,008399 \pm 0,003461.$$

Neste trabalho tem-se os resultados que estão a seguir para a cultura do milho, comparando-as com o de BOGGIO RONCEROS (1973), obtém-se:

Milho (Nitrogênio)

	\hat{c}	$s_1(\hat{c})$	t
Minas Gerais	0,005440	0,00366742	0,321
R.G. do Sul	0,006800	0,00337342	0,042
Paraná	0,008478	0,01090550	0,131

Milho (Fósforo)

	\hat{c}	$s_1(\hat{c})$	t
Minas Gerais	0,013488	0,00936375	0,335
R.G. do Sul	0,009518	0,00762430	0,056
Paraná	0,014158	0,00791580	0,456

Considerou-se apenas $s_1(\hat{c})$, pois os valores de $s_1(\hat{c})$ e $s_2(\hat{c})$ são muito semelhantes como pode ser verificado nos quadros I, II e III.

Observa-se que os resultados obtidos neste trabalho para \hat{c} , para a cultura de milho, não diferiram estatisticamente dos de BOGGIO RONCEROS (1973), para os dois nutrientes por ele estudado.

Comparou-se agora o valor de \hat{c} obtido para o arroz de sequeiro por BOGGIO RONCEROS (1973), com o que aqui se obteve, e o resultado está a seguir.

Arroz (Fósforo)

	\hat{c}	$s_1(\hat{c})$	t
Brasil	0,004400	0,00258070	0,926

O teste t deu não significativo, donde se conclui que os valores comparados não diferem entre si. Portanto os valores obtidos para o arroz por BOGGIO RONCEROS (1973) para as regiões de Minas Gerais e Goiás não diferem do obtido para todo Brasil.

Pode-se observar nos quadro I, II e III, que os valores que se obteve para c neste trabalho comparado com os obtidos por PIMENTEL GOMES (1957) nos fazem concluir que os valores obtidos por este autor são bem representativos, podendo ser usados para todas as culturas aqui estudadas. Note-se que os valores determinados para \hat{c} por BOGGIO RONCEROS também não diferem dos determinados por PIMENTEL GOMES.

Este trabalho mostra que de acordo com D'AULISIO (1973) as duas fórmulas usadas para se obter $V(\hat{c})$ dão resultados bastante semelhantes, sendo indiferente usar uma ou outra.

CONCLUSÕES

1) Deve-se usar para as culturas estudadas neste trabalho para valor de c aqueles determinados por PIMENTEL GOMES (1957), para os três nutrientes aqui citados.

2) As duas fórmulas usadas para o cálculo da variância dão resultados semelhantes, sendo indiferente o uso de uma ou de outra, para o caso de 3 níveis de adubação apenas.

RESUMO

Neste trabalho fez-se novas determinações para o coeficiente de eficácia c , da fórmula de Mitscherlich, para as culturas de feijão, batata, amendoim, trigo, milho, soja, arroz (sequeiro), algodão e mandioca, com dados obtidos em diversos estados do Brasil e pertencentes aos projetos BNDE/ANDA e FAO/ABCAR/

ANDA. Comparou-se os valores de \hat{c} obtidos com os obtidos por PIMENTEL GOMES (1957) e BOGGIO RONCEROS (1973) e concluiu-se que se deve continuar usando como valores de c na literatura para os nutrientes N, P e K os citados por PIMENTEL GOMES (1957), que são: $C_N = 0,0049$ (para o nitrogênio), $c_P = 0,0088$ (para o fósforo) e $C_K = 0,0088$ (para o potássio). Pois conforme ficou provado neste trabalho estes valores não diferem estatisticamente nem dos aqui determinados nem dos determinados por BOGGIO RONCEROS.

SUMMARY

This paper deals with the estimation of the coefficient c in Mitscherlich's equation

$$Y = A \left[1 - 10^{-c(x+b)} \right]$$

for beans, potatoes, peanuts, wheat, maize, soy-beans and rice (dry field crops). The data used belong to experiments, belonging to BNDE/ANDA or FAO/ABCAR/ANDA projects, carried out in several States of Brasil. The comparison of the estimates obtained with others published by PIMENTEL GOMES (1957) and BOGGIO RONCEROS (1973) led to the conclusion that the usual values (PIMENTEL GOMES, 1957) $c_N = 0.0049$ ha/kg for nitrogen, $c_P = 0.0088$ ha/kg for phosphorus (P_2O_5) and $c_K = 0.0088$ ha/kg for potash (K_2O) are suitable for use, since they are not in disagreement with the new estimates.

LITERATURA CITADA

- BOGGIO RONCEROS, R.E., 1973. **Estimativas do parâmetro c da equação de Mitscherlich, em regiões de Minas Gerais e Goiás** (Dissertação). Piracicaba, SP.
- D'AULISIO, M. de B.G., 1973. **Influência dos Erros Experimentais sobre as Recomendações de Adubação pela Lei de Mitscherlich** (Tese), Piracicaba, SP.
- PIMENTEL GOMES, F., 1953. The use of Mitscherlich's regression law in the analysis of experiments with fertilizers. *Biometrics* 9: 498-516.

- PIMENTEL GOMES, F., 1957. Análise Conjunta de 38 Experimentos de Adubação de Cana-de-Açúcar. **Rev. Agr.** 32: 113-126.
- PIMENTEL GOMES, F. & C.P. ABREU, 1959. Sobre uma Fórmula para o Cálculo da Dose mais Econômica de Adubo. **Anais da E.S.A. «Luiz de Queiroz»** 16: 191-198.
- PIMENTEL GOMES, F., 1978. **Curso de Estatística Experimental**, 8.a edição, Livraria Nobel, São Paulo.