

Um Exemplo de Utilização dos Novos Métodos de Aplicação da Lei de Mitscherlich

FREDERICO PIMENTEL GOMES (*)

1. INTRODUÇÃO — Pesquisas recentes sobre os métodos estatísticos apropriados à utilização da lei de Mitscherlich conduziram a uma modificação tão radical no uso dessa lei, que se torna necessário um longo trabalho de divulgação antes que aqueles métodos possam ter uso generalizado. Entre outras dificuldades a vencer há a resolução, tediosa e demorada, de equações de grau elevado, que só se tornarão fáceis de resolver quando a tabulação de funções apropriadas, que se está fazendo atualmente, estiver terminada e divulgada.

Este trabalho tem por fim, apenas, mostrar aos leitores de "Ceres" como a aplicação, cientificamente conduzida, da lei de Mitscherlich, em experiências apropriadas, pode dar resultados muito mais preciosos e completos sobre a necessidade de adubação de um solo que os métodos correntes de análise estatística.

2. A EXPERIÊNCIA ANALISADA — Os dados estudados por nós foram-nos gentilmente cedidos pelo Dr. Glauco Pinto Viegas, do Instituto Agrônomo de Campinas. Trata-se de uma experiência de adubação fosfatada de algodão realizada em Terra Roxa, no ano agrícola de 1943/44. Utilizaram-se parcelas de 16,5 m², que receberam, todas elas, salitre-do-chile na dose de 20 kg de N por hectare, e cloreto de potássio, na proporção de 30 kg de K²O por hectare. As doses de 0,40, 80 e 120 kg de P²O⁵ por hectare, sob a forma de superfosfato, foram utilizadas nos tratamentos. Fizeram-se seis repetições. Os dados obtidos constam do quadro seguinte.

Doses de fósforo	Produção em kg/16,5 m ²					
0	0,96	1,53	0,75	0,85	0,52	0,84
40	1,24	2,00	1,71	1,53	1,75	1,41
80	1,36	2,59	2,10	2,25	1,76	2,34
120	2,37	2,78	2,09	2,00	2,51	2,37
	5,93	8,90	6,55	6,63	6,54	6,96

(*) Prof. da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» Univ. de S. Paulo

A equação obtida foi

$$y = 2,906 \left[1 - 10^{-0,004627 (x + 35,26)} \right]$$

Com essa equação calculamos os valores esperados que aparecem no quadro seguinte.

Doses de fósforo	Observado* (médias)	Esperado
0	0,908	0,910
40	1,607	1,603
80	2,050	2,055
120	2,353	2,350

A análise de variância deu o seguinte resultado:

Causa de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio
Blocos	1,3169	5	0,2634 *
Tratamentos	7,0877	3	2,3626 ***
Resíduo	1,0009	15	0,0667
Total	9,4055	23	

Adotamos a convenção de indicar com um asterístico a significação para o limite de 5%, com dois asterísticos a significação no caso de 1%, e três asterísticos, no caso de 1‰.

A correlação pela lei de Mitscherlich nos permite desdobrar ainda em duas partes a variância atribuída a tratamentos, como se vê a seguir.

Causa de variação	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio
Desvios da curva de Mitscherlich	1	0,000324	0,000324
Correlação pela lei de Mitscherlich	2	7,077376	2,5387 ***
Tratamentos	3	7,087700	2,3626

A variância atribuída aos desvios da curva de Mitscherlich, embora bem menor que a variância residual, dela não difere significativamente.

Verifica-se logo que a equação de Mitscherlich se adapta òtimamente aos dados. Admitamos o preço de Cr \$ 6,00 por quilo de algodão em caroço e o preço de Cr \$ 7,50 por quilo de P_2O_5 sob a forma de superfosfato e poderemos calcular a adubação mais conveniente (PIMENTEL GOMES e E. MALAVOLTA. (1949), pp. 7-9).

A fórmula dada no trabalho acima indicado foi

$$\log \frac{ft \log e}{s c} = \log A - c (x + b),$$

onde f é um fator maior que um, que tomaremos igual a 1,5, t é o custo da unidade de elemento fertilizante, s é o preço da unidade do produto agrícola obtido, x é a quantidade de adubo a ser usada, $e = 2,718$, e A, b, c são parâmetros da equação de Mitscherlich.

Por transformações algébricas fáceis obtemos logo

$$x = \frac{1}{c} \log \frac{A s c}{ft \log e} - b,$$

ou ainda, se substituirmos f por 1,5 e $\log e$ pelo seu valor 0,4343,

$$x = \frac{1}{c} \left(\log \frac{A s c}{t} + 0,18612 \right) - b.$$

Para aplicar esta fórmula, é preciso antes obter o parâmetro A em quilos por hectare. A equação fica, então,

$$y = 1761,2 \left(1 - 10^{-0,004627 (x + 35,26)} \right)$$

Logo

$$x = \frac{1}{0,004627} \left(\log \frac{1761,2 \times 6 \times 0,004627}{7,5} + 0,18612 \right) - 35,26$$

~ 180,9 kg de P_2O_5 por hectare.

Como a adubação usada não foi além de 120 kg de P_2O_5 por hectare, verifica-se logo que as doses deveriam ter sido maiores, por exemplo, 0,80, 160 e 240 kg de P_2O_5

por hectare. O valor de $b = 35,26$ kg de P^2O^5 por hectare, excessivamente baixo, nos mostra que o solo é muito pobre em fósforo. O valor de c , que equivale a 0,4627 se adotarmos, como Mitscherlich, o quintal-métrico como unidade, aproxima-se bastante do valor 0,60, por ele obtido, e indica boa reação do solo à adubação fosfatada.

No caso de se utilizar a dose aconselhada de 180,9 kg de P^2O^5 por hectare, além da adubação nitrogenada e potássica nas doses indicadas, a produção de algodão em caroço, em condições análogas, será de cerca de 2,615 quilos por parcelas de $16,5 m^2$, isto é, aproximadamente, 1584 quilos por hectare, contra 551, apenas, da testemunha.

3. COMPARAÇÃO COM OUTRAS EXPERIÊNCIAS —
Sendo A expresso em quilos de algodão em caroço por hectare e b em quintais-métricos de P^2O^5 , também por hectare, a equação obtida para a experiência realizada em Terra Roxa em 43/44 é

$$y = 1761,2 \left[1 - 10^{-0,4627 (x + 0,3526)} \right]$$

No mesmo ano, experiências análogas em outros lugares deram, nas mesmas unidades, os seguintes resultados:

a) Em Rocinha,

$$y = 1519,4 \left[1 - 10^{-0,9146 (x + 1,1189)} \right]$$

b) Ibitinga,

$$y = 2870,9 \left[1 - 10^{-0,1659 (x + 3,0482)} \right]$$

c) Em Orlândia,

$$y = 2300,6 \left[1 - 10^{-0,9083 (x + 0,4986)} \right]$$

Verifica-se facilmente, fazendo se $x = 0$, que a produção calculada para a testemunha representa apenas 31% da produção máxima A no caso de Terra Roxa, 90% no caso de Rocinha, 65% em Orlândia e 69% em Ibitinga. O teor em P^2O^5 é de 0,3526 quintais-métricos por hectare em Terra Roxa, 1,1189, em Rocinha, 5,0482, em Ibitinga e 0,4986 em Orlândia. Conclui-se, pois, que o solo estudado em Terra Roxa é paupérrimo em fósforo assimilável, ao passo que o de Ibitinga é relativamente rico. A adubação fosfatada po-

derá elevar bastante a produção em Ibitinga e Orlândia e, especialmente, em Terra Roxa. Em Rocinha, apesar de um baixo teor de fósforo assimilável no solo, a testemunha alcança 90% de A, o que sugere a existência de um fator limitado mais importante, talvez água ou um elemento menor.

A adubação mais conveniente já vimos que é de uns 180 quilos de $P^{2}O^{5}$ por hectare em Terra Roxa. Cálculos análogos indicam como aconselhável o uso de cerca de 23 quilos de $P^{2}O^{5}$ por hectare em Rocinha, uns 105 quilos em Orlândia e uns 157 quilos em Ibitinga.

Seria conveniente investigar a causa do baixo valor de *c* em Ibitinga, que indica mau aproveitamento de adubofosfatado.

BIBLIOGRAFIA

1) — PIMENTEL GOMES, Frederico e Eurípedes MALAVOLTA (1949 a) — Considerações Matemáticas sobre a Lei de Mitscherlich. Piracicaba.

2) — PIMENTEL GOMES, Frederico e Eurípedes MALAVOLTA (1949 b) — Aspectos Matemáticos e Estatísticos da Lei de Mitscherlich. Piracicaba.

3) — PIMENTEL GOMES, Frederico (1950) — A Lei de Mitscherlich e a Análise da Variância em Experiências de Adubação. Piracicaba.