

A Adubação da Cana de Açúcar, em Pernambuco, determinada pela Lei de Mitscherlich

FREDERICO PIMENTEL GOMES

Engenheiro Agrônomo
Docente-livre e Assistente da E. S. A. "Luiz de Queiroz" da
Universidade de S. Paulo

1 — INTRODUÇÃO

Este trabalho se basea no interessantíssimo artigo de STRAUSS (4), recentemente publicado neste Boletim. Nesse artigo, STRAUSS publica os resultados obtidos com a adubação de cana-de-açúcar, em 23 experiências realizadas na zona canavieira de Pernambuco e Alagôas. O trabalho experimental, que foi muito completo, abrangeu o estudo de tôdas as 27 combinações das doses de 0,60 e 120 kg de N (como salitre-do-chile), P_2O_5 (como superfosfato) e K_2O (sob a forma de KCl). STRAUSS, que foi auxiliado por numerosos colaboradores, termina aconselhando o uso de P_2O_5 nas doses de 60 ou 120 quilos por hectare e de K_2O na dose de 60 quilos por hectare. Quanto à adubação nitrogenada, acha que é frequentemente antieconômica e aconselha o seu uso só em pequenas doses, salvo casos particulares de efeito comprovadamente vantajoso.

Embora os dados apresentados por STRAUSS não se prestem bem à aplicação da lei de Mitscherlich, nos moldes que vimos indicando, tivemos a curiosidade de investigar, por meio dessa lei, as doses mais convenientes a serem usadas na adubação. Os resultados, que são bastante interessantes e que comprovam em linhas gerais as conclusões obtidas por STRAUSS por métodos menos precisos, são dados neste artigo.

2 — O CASO DO FÓSFORO

A produção média de cana em todos os experimentos com as três doses de fósforo ensaiadas consta do quadro seguinte.

Dose de P ₂ O ₅ em quintais métricos	x ₁ = 0	x ₂ = 0,6	x ₃ = 1,2
Produção de cana em tone- ladas por hectare	y ₁ = 47,29	y ₂ = 66,00	y ₃ = 71,26

Interpolemos a equação de Mitscherlich

$$y = A [1 - 10^{-c(x+b)}],$$

onde A é a produção máxima para o caso do adubo em estudo, c é o *coeficiente de eficácia*, relativamente constante, que mede a eficiência do adubo, e b é o teor de elemento fertilizante, previamente existente no solo, em forma assimilável. A interpolação pode ser feita pelo método corrente (2, pp. 9-11).

Temos :

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{y_2 - y_1 y_3}{2} \\
 &= \frac{(66,00)^2 - 47,29 \times 71,26}{2 \times 66,00 - (47,29 + 71,26)} \\
 &= 73,32 \text{ toneladas de cana por hectare,}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= \frac{1}{x_2 - x_1} \log \frac{A - y_1}{A - y_2} \\
 &= \frac{1}{0,6} \log \frac{26,03}{7,32} \\
 &= 0,9183 ,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{1}{c} \log \frac{A}{A - y_1} - x_1 \\
 &= \frac{1}{0,9183} \log \frac{73,32}{26,03} - 0 \\
 &= 0,490 \text{ quintal de } P_2O_5 \text{ por ha.}
 \end{aligned}$$

O valor de c é alto (para MITSCHERLICH seu valor era 0,60 no caso do fósforo) e indica bom aproveitamento do adubo. O valor de b é baixo, logo o solo é pobre em fósforo.

Para o cálculo da dose de P_2O_5 mais conveniente usamos a fórmula

$$x = \frac{1}{c} \log \frac{A s c}{f. t 0,4343} - b ,$$

dada por PIMENTEL GOMES e MALAVOLTA (2, pp. 7-9), onde A , c , b são os parâmetros da equação de MITSCHERLICH, f é um fator maior que um, que admitimos igual a 1,5, s é, no nosso caso, a renda adicional correspondente a uma tonelada de cana, e t é o preço de um quintal-métrico do elemento fertilizante em estudo. STRAUSS, no seu artigo, adotou o preço de 65 cruzeiros por tonelada de cana no campo, corresponden-

te à diferença entre o preço na usina (95 cruzeiros) menos o custo do corte e transporte (30 cruzeiros). Temos, pois, $s = 65$. O preço de uma tonelada de superfosfato com 20% de P_2O_5 , é, de acôrdo ainda com STRAUSS, de Cr\$ 1.200,00. Junte-se Cr\$ 150,00 para o transporte e teremos 1.350,00 cruzeiros para a tonelada do adubo no campo. Arredondemos essa quantia para Cr\$ 1.400,00 e teremos $t = 700$ cruzeiros por quintal métrico de P_2O_5 . Logo :

$$x = \frac{1}{0,9183} \log \frac{73,32 \times 65 \times 0,9183}{1,5 \times 700 \times 0,4343} = 0,490$$

= 0,580 quintal de P_2O_5 por hectare.

A adubação mais conveniente será, pois, de 58 quilos de P_2O_5 , isto é, de 290 quilos de superfosfato, por hectare.

3 — O CASO DO POTÁSSIO

As produções médias, no caso do potássio, são as que constam do quadro seguinte.

Dose de K_2O em quintais métricos por hectare	$x_1 = 0$	$x_2 = 0,6$	$x_3 = 1,2$
Produção de cana em tone- ladas por hectare	$y_1 = 56,38$	$y_2 = 63,15$	$y_3 = 64,99$

Cálculos análogos aos que fizemos no caso do fósforo nos dão :

$$A = 65,49 \text{ t/ha.}$$

$$c = 0,9838,$$

$$b = 0,871 \text{ quintal /ha.}$$

O valor de c é alto (MITSCHERLICH achou, em casos análogos, $c = 0,93$). O valor de b é médio, o que demonstra que o solo é medianamente provido de potássio assimilável.

A dose aconselhável é $x = 0,303$ quintal de P_2O_5 /ha, o que equivale a uns 50 quilos de KCl por hectare, quando se toma $t = 450$ cruzeiros por quintal de K_2O .

4 — O CASO DO NITROGÊNIO

A aplicação da lei de MITSCHERLICH no caso do nitrogênio é geralmente tida como suspeita, devido à grande mobilidade dêsse elemento no solo. Êste argumento é ainda mais ponderável no caso de uma planta de ciclo longo, como a cana, e tratando-se, como se trata, de aplicação em uma só vez. Em todo caso, apenas a título de curiosidade, calculamos as médias observadas e os parâmetros de equação de MITSCHERLICH, que são dados a seguir.

Doses de N em quintais métricos por hectare	$x_1 = 0$	$x_2 = 0,6$	$x_3 = 1,2$
Produção de cana em toneladas por hectare	$y_1 = 56,01$	$y_2 = 62,34$	$y_3 = 66,16$

$$A = 71,974,$$

$$c = 0,36555,$$

$$b = 1,789.$$

O valor de c é alto, pois MITSCHERLICH achou $c = 0,122$ para o caso do nitrogênio. O valor de b é relativamente elevado, o que mostra que o solo é mais ou menos bem provido de nitrogênio.

Admitindo-se $t = 1100$ cruzeiros por quintal-métrico de N, temos para dose mais aconselhável $x = -0,756$ quintais de N por hectare. O valor negativo mostra que *não convêm* usar adubo nitrogenado. Esta conclusão concorda plenamente com os resultados de STRAUSS. Convém não esquecer, porém, o que dissemos antes sobre as contraindicações do método que seguimos para o caso do nitrogênio. Além disso, o uso do salitre em cobertura, em diversas aplicações, ou sob forma orgânica, pode modificar essa conclusão.

5 — RESULTADOS GERAIS

Dos cálculos apresentados resulta que a adubação mais indicada seria de 58 quilos de P_2O_5 por hectare e 30 quilos de K_2O , também por hectare, não se devendo usar adubo nitrogenado. Para aplicação mais segura da lei de MITSCHERLICH (que então seria combinada com a análise da variância) seria interessante experimentar as doses de 0, 30, 60, 90 e 120 quilos de P_2O_5 por hectare e as doses de 0, 15, 30, 45 e 60 quilos de K_2O por hectare. Quanto ao nitrogênio, conviria, decerto, continuar a tentá-lo, em doses menores, e aplicado em cobertura. Aliás, é isto o que está fazendo STRAUSS atualmente.

Entretanto os resultados obtidos com os dados já existentes são de grande importância e demonstram, não só o valor da experimentação efetuada, como a vantagem e a precisão do uso da lei de MITSCHERLICH em experiências de adubação.

6 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — MITSCHERLICH, Eilh Alfred, 1930 — “Die Bestimmung des Dungerbedürfnisses des Bodens”. 3a. edição Livraria Paul Parey, Berlim.
- 2 — PIMENTEL GOMES, Frederico e Eurípedes MALAVOLTA, 1949a. Considerações Matemáticas sobre a Lei de Mitscherlich, Boletim n. 3 da E. S. A. “Luiz de Queiroz”. Piracicaba.
- 3 — PIMENTEL GOMES, Frederico e Eurípedes MALAVOLTA, 1949b. Aspectos Matemáticos e Estatísticos da Lei de Mitscherlich. Anais da E. S. A. “Luiz de Queiroz”, vol. 6, pp. 193-229. Piracicaba.
- 4 — STRAUSS, Estevam, 1950. Adubação da Cana de Açúcar em Pernambuco. Boletim da S. A. I. C., vol. XVII, n. 1 e 2, pp. 16-31. Recife.

7 — APÊNDICE

Este artigo já estava pronto há meses e uma cópia dêle tinha sido entregue ao agrônomo Estevam Strauss quando a visita do Prof. Franck Yates permitiu que este cientista fôsse consultado sobre as conclusões a que chegámos. O Prof. Yates concordou com nossa análise, mas discordou da indicação sobre o uso de cinco doses, em experiências futuras, para comprovação dos resultados obtidos. Não obstante a abalizada opinião contrária, continuamos a insistir no uso de cinco níveis ou, pelo menos, de quatro, pois só assim a aplicabilidade da lei de Mitscherlich pode ser comprovada pela análise da variância. O uso de três níveis, embora traga grande simplificação do plano experimental, torna a aplicação da lei um tanto axiomática, e o experimentador corre o perigo de utilizá-la em ca-

sos em que ela não é conveniente, chegando, pois, a conclusões bastante afastadas da realidade. Este perigo é, na Europa, bem menor, pois lá o comportamento do solo já está muito melhor estudado. Entre nós, porém, onde tais estudos são escassíssimos, é preciso, na nossa opinião, tomar mais cuidado. Em todo caso, ficamos satisfeitos em verificar que o Prof. Yates concordou conosco nos pontos básicos, que são: 1) a conveniência da aplicação da lei de Mitscherlich nas experiências de adubação; 2) a determinação, por cálculo algébrico, da dose mais econômica; 3) o uso de pelo menos três níveis de aplicação do fertilizante; 4) a condenação dos métodos de aproximação grosseira de Willcox e outros; 5) o uso de quatro ou mais níveis de fertilização em experiências científicas para estudo teórico da lei que rege os aumentos de produção.

Manual do Criador de Bovinos

BREVEMENTE

A Fazenda de Criar, Raças e Tipos, Alimentação, Criação, Engorda, Produção de Leite e Trabalho, Higiene e Moléstias

5a. EDIÇÃO REVISTA E AUMENTADA — 1952

Prof. NICOLAU ATHANASSOF

Catedrático de Zootecnia Especial da
Escola Superior de Agricultura «Luiz
de Queiroz» da Universidade de S. Paulo

Pedidos à

EDIÇÕES MELHORAMENTOS - C. Postal 8120 - S. Paulo
e a REVISTA DE AGRICULTURA - C. Postal 60 - Piracicaba

PREÇO Cr\$