

Valor e Limitações da Lei do Efeito dos Factores de Crescimento ⁽¹⁾

por

J. V. BOTELHO DA COSTA

Professor Extraordinário do Instituto Superior de Agronomia

Começaremos por recordar que segundo a «lei de Mitscherlich» ou «lei do efeito dos factores de crescimento», o aumento de rendimento produzido pela adição duma certa quantidade dum dado elemento nutritivo é tanto maior quanto maior fôr a diferença entre a produção obtida e a máxima que é possível obter à custa desse elemento, mantendo os outros e, duma maneira geral, todos os factores de crescimento, constantes (5).

A lei traduz-se matematicamente pela expressão

$$\frac{dy}{dx} = c(A - y)$$

ou, integrando,

$$\log (A - y) = \log A - cx$$

Nesta equação, y é o rendimento obtido com a dose x dum dado elemento nutritivo, A o rendimento máximo obtenível com esse elemento, (mantendo constantes os outros factores de crescimento) e c um coeficiente de proporcionalidade que Mitscherlich admite ser característico de cada factor de crescimento e ter valor constante. Designa-se por «Wirkungsfaktor», termo que traduzimos por «coeficiente de eficácia» (1).

(1) Comunicação à 2.^a Secção — Química Agrícola — do I Congresso Nacional de Ciências Agrárias, Lisboa, 1943.

Se o solo contiver já uma quantidade assimilável b do elemento em questão, chega-se à seguinte expressão:

$$\log (A - y) = \log A - c(x + b)$$

Desde que se disponha dos resultados de dois ensaios, um obtido sem adição do elemento em estudo e outro com a adição duma quantidade conhecida desse elemento, torna-se possível:

- 1) Calcular b , isto é, a porção assimilável desse elemento que o solo já contém;
- 2) Calcular a quantidade que se deve fornecer para conseguir uma dada aproximação do rendimento máximo teórico A que poderia conseguir-se recorrendo a adições desse elemento.

Os ensaios podem realizar-se em pleno campo, mas devido a razões que não interessa aqui discutir, há certas vantagens em efectuá-los em vasos.

Desde 1932 que vimos advogando a utilização do método de Mitscherlich, como auxiliar no estudo dos problemas relativos à escolha de adubações. Exemplificámos primeiro a sua utilização com ensaios efectuados na Tapada da Ajuda pelo Professor António Câmara (1), e mais tarde com ensaios que fizemos em Aveiro (2), num dos quais, incidentalmente, verificámos um efeito muito nítido de adubações potássicas na cultura do trigo, efeito que em geral se afirma não se verificar na maioria dos nossos solos. Voltámos ao assunto numa palestra realizada na Sociedade das Ciências Agronómicas (3). A ele tornamos neste Congresso, na esperança de conseguirmos finalmente chamar a atenção para um método que não constituindo por si só a resolução do velho problema do «cálculo de adubações», é, segundo cremos, um auxiliar precioso para chegar a soluções suficientemente aproximadas para que tenham valor prático.

*
* *
*

A lei de Mitscherlich tem sido muito criticada, especialmente no que se refere à constância do «coeficiente de eficácia», e são numerosos os ensaios que tentam provar que tal constância não é absoluta. De facto, a constância não é perfeita e nem o próprio Mitscherlich a apresentou como tal. Tudo o que afirmou foi que a variação em torno dos

valores médios a que chegou depois de milhares de ensaios, não é de molde a afectar o valor prático do método.

Sob o ponto de vista agronómico é este o aspecto que interessa considerar.

Exemplificando a forma como em nosso entender deve examinar-se esta questão, discutimos a seguir os resultados duma experiência de Frank Crowther (4), os quais, segundo este autor, não obedecem à lei de Mitscherlich. Nesta experiência, relativa à cultura do algodão, e que é das mais perfeitas que conhecemos executadas com culturas regadas, fizeram-se três aplicações diferentes de sulfato de amónio em combinação com três quantidades diferentes de água de rega, designadas por «ligeira», «média» e «forte».

Como as produções relativas obtidas variando um dos factores dependem do nível doutro factor, conclui Crowther que não estão de acordo com a lei de Mitscherlich. Vejamos até que ponto esta afirmação se pode admitir, vistas as coisas sob um ponto de vista prático.

Partindo das produções obtidas usando O e a dose intermédia de sulfato de amónio, obtivemos as equações do rendimento relativas ao factor de crescimento azoto, para os casos das regas «ligeira», «média» e «forte». Substituindo x pelo valor correspondente à maior dose de sulfato de amónio nas três equações, calculámos as produções correspondentes.

No caso da rega ligeira, a diferença entre a produção real e a calculada foi relativamente grande: 6.7 %. No caso da rega média, já foi menor: 5.7 %. No caso da rega forte, os valores foram praticamente idênticos.

O resultado referente à rega «média» pode considerar-se já satisfatório, sendo interessante notar que a lei se verificou com tanto mais rigor quanto maior foi a quantidade de água de rega usada.

Parece lícito concluir que foi a escassês de água com a rega «ligeira», e, até certo ponto, com a rega «média», que impediu concordância entre os valores calculados e os reais. No caso em que a água existia em quantidade apropriada para que o efeito do factor azoto pudesse exercer-se completamente, passou a verificar-se concordância perfeita.

Se se tivesse ensaiado apenas a rega «ligeira», a interpretação dos dados pela lei de Mitscherlich chegava para indicar que algum factor estava perturbando a acção normal do azoto. Os cálculos relativos a toda a experiência mostram que o factor limitante era a água.

É que a constância aproximada do coeficiente de eficácia afirmada por Mitscherlich, só se verifica *desde que não haja grande dese-*

quilibrium entre os diversos factores de crescimento, facto este que o próprio Mitscherlich reconheceu — e é este pormenor que não é geralmente considerado nas críticas desfavoráveis à lei do efeito.

Desta forma, a aplicação da lei não pode fazer-se às cegas, e, duma maneira geral, o rigor e confiança com que pode utilizar-se, são tanto maiores quanto mais perfeita é a técnica cultural, e maior o «controle» que se pode exercer sobre os diversos factores de crescimento, nomeadamente as condições de humidade do solo.

Isto constitui inconveniente grave para a aplicação da lei do efeito no nosso País, em ensaios de campo, dadas as grandes diferenças que entre nós se verificam de ano para ano, quanto a estas condições. A este respeito vale a pena referir alguns resultados que obtivemos em em 1934 em campos experimentais instalados em terreno pliocénico, próximo de Aveiro (2).

Num dos campos, todos os talhões receberam uma adubação base de 60 kg/ha de azoto e 75 kg de ácido fosfórico, tendo-se comparado os efeitos de 75, 125 e 175 kg/ha de potassa, além daquela adubação base, em diferentes talhões.

Obtida a equação do rendimento a partir das produções conseguidas com 0 e 175 kg/ha de potassa, calcularam-se as produções que se deveriam obter com as doses intermédias de potassa ensaiadas.

Com a dose de 75 kg/ha a diferença entre o valor calculado e o real foi de 5,7 % o que constituiu o pior resultado de todos, mas com a dose de 125 kg/ha a diferença foi apenas de cerca de 3,4 %.

Noutro campo aplicaram-se doses de 0, 40, 60 e 80 kg/ha de ácido fosfórico, com uma adubação base de 80 kg/ha de azoto e 100 kg/ha de potassa.

Achada a equação do rendimento a partir dos dados obtidos com 0 e 80 kg/ha de ácido fosfórico, calcularam-se os rendimentos que se deveriam obter com as outras doses ensaiadas.

Para 40 kg/ha de ácido fosfórico, a produção calculada foi superior à obtida em cerca de 2,1 %.

Para 60 kg/ha, a diferença foi também por excesso, e um pouco maior, mas não excedeu cerca de 3,1 %.

Seria ridículo concluir a partir de dados tão escassos que o método de Mitscherlich, em ensaios de campo, dá resultados suficientemente rigorosos nas condições de clima do continente português, mas pode pelo menos dizer-se que os elementos de que se dispõe dão certas esperanças de que assim suceda.

Entretanto, quanto a nós, a maior utilidade da lei do efeito não é ajudar a resolver casos esporádicos de escolha de adubações, em campos experimentais isolados. Preconizamos antes o seu emprego, partindo de ensaios em vasos, para seleccionar métodos químicos, biológicos ou químico-fisiológicos relativamente expeditos, que, passado um período de experimentação suficientemente longo, acabem por dispensar ou pelo menos reduzir a necessidade de recorrer a campos experimentais para resolver cada caso particular.

Numa publicação anterior (3) já descrevemos o processo de trabalho que consideramos mais conveniente para atingir tal desideratum. Limitar-nos-emos aqui a salientar dois pontos de vista que se nos afiguram importantes:

- 1) Deve abandonar-se a ideia de que os resultados obtidos por qualquer método destinado a determinar o teor do solo em princípios nutritivos assimiláveis possam aplicar-se indiferentemente a qualquer tipo de solo.
- 2) Toda a máquina de investigação relativa ao problema da escolha de adubações, recorrendo a métodos expeditos, a ensaios em vasos e a ensaios de campo, deve por-se a funcionar em relação a cada tipo agrológico.

Como já tivemos ocasião de afirmar, consideramos possível, com o auxílio do método de Mitscherlich, chegar a soluções suficientemente aproximadas do problema da escolha de adubações, desde que se trabalhe e investigue com base em cartas agrológicas suficientemente detalhadas. Sem isso, por mais numerosos que sejam os campos de ensaio, por mais que se multipliquem e aperfeiçoem os métodos de análise, cremos que pouco se poderá adiantar.

BIBLIOGRAFIA

- (1) *Costa, J. V. Botelho da* — 1931-2. A Técnica da Interpretação Estatística dos Ensaio de Campo e a Lei de Mitscherlich. *Rev. Agr.* Vols. 4 de 1931 e 1, 2 e 3 de 1932.
- (2) ———— 1935. Contribuição para o Estudo Experimental da Lei de Mitscherlich em Ensaio de Campo. *Rev. Agr.* 23 (2): 65-74.
- (3) ———— 1941. Aspectos do Problema da Determinação do Teor do Solo em Princípios Nutritivos Assimiláveis. *Rev. Agr.* 29 (3): 285-297.
- (4) *Crowther, F.* — Vide A Técnica de Regadio, do Prof. Ruy Mayer.
- (5) *Mitscherlich, E. A.* — 1931. Ueber weitere Untersuchungen zum Wachstumsfaktoren. *Die Ernährung der Pflanze*, 1 Juli 1931.

