

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

Uma nova fórmula matemática para estimar o coeficiente de eficácia da equação de Mitscherlich: uma aplicação nas Ciências Agrárias

Bruno Rafael de Almeida Moreira<sup>1</sup>

Curso de Engenharia Agrônoma, FCAT-UNESP, Dracena, SP

Celso Tadao Miasaki<sup>2</sup>

Curso de Zootecnia, FCAT-UNESP, Dracena, SP

## 1 Introdução

As curvas de crescimento têm diversas aplicações na área das ciências agrárias [1]. Em estudos relacionados à adubação mineral de plantas, por exemplo, é comum efetuar-se a regressão pela lei de Mitscherlich, a saber:  $y = A[1 - 10^{-c(x+b)}]$ . Nesta equação,  $x$  representa a dose de nutriente aplicada e  $y$  o retorno em produção da cultura. O parâmetro  $A$  indica a produção máxima teórica;  $b$  corresponde ao teor de nutriente contido no solo e  $c$ , denominado de coeficiente de eficácia, é um parâmetro típico de cada nutriente. A Figura 1 ilustra a representação esquemática da lei de Mitscherlich.

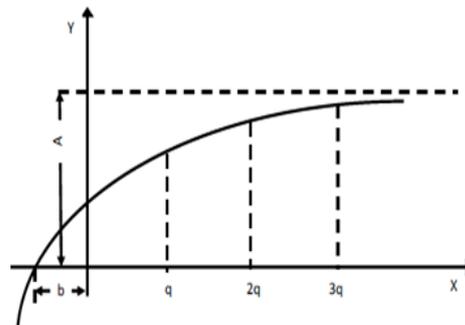


Figura 1: Esquema gráfico da equação de Mitscherlich.

Embora implícito, o parâmetro  $c$  é responsável pela inclinação do ajuste da curva de regressão. Nos estudos de [2], relacionados aos aspectos matemáticos e estatísticos da lei de Mitscherlich, os autores sugerem equações para estimar os parâmetros  $A$  e  $b$ , as quais são dependentes do valor prévio do parâmetro  $c$ , estimado por meio da aplicação do

<sup>1</sup>bruno.rafael.m05@hotmail.com

<sup>2</sup>miasaki@dracena.unesp.br

método dos mínimos quadrados e do teorema de Rouché, o que torna o processo laborioso. Diante do exposto a pesquisa teve por objetivo propor uma equação matemática capaz de estimar, de maneira prática, o parâmetro  $c$ .

## 2 Modelagem Matemática

A equação foi elaborada com base na relação entre a quantidade de doses de fertilizante aplicadas, representada pela letra  $n$  e as produções médias correspondentes, indicadas por  $\bar{Y}_i$ . O uso do fator de ajuste  $fa$  implica na conversão de unidade de quintais-métricos por hectare para quilos por hectare. Eis a equação:

$$c = \frac{fa}{n(n-1)} \left( \frac{\bar{Y}_1}{\bar{Y}_0} + \sum_{i=2}^{n-1} i \bar{Y}_i \sum_{j=1}^{i-1} \frac{1}{\bar{Y}_j} \right) \quad (1)$$

Para testar a equação proposta, utilizou-se um exemplo do livro de [3], referente a um ensaio de adubação de cana-de-açúcar, conduzido por Strauss (1951), o qual aplicou três doses de fósforo ( $P_2O_5$ ):  $\bar{Y}_0 = 40,9$  (sem adubação);  $\bar{Y}_1 = 56,2$  (dose  $q = 60$ ) e  $\bar{Y}_2 = 62,7tha^{-1}$  (dose  $2q = 120kgha^{-1}$ ). Ao substituir os valores na equação proposta, determinou-se  $c = 0,006haskg^{-1}$  e, conseqüentemente, os parâmetros  $A = 67,856tha^{-1}$  e  $b = 66,829kgha^{-1}$ , conforme [2]. Portanto, obteve-se a seguinte equação de regressão:

$$y = 67,856[1 - 10^{-0,006(x+66,829)}] \quad (2)$$

As respostas em adubação estimadas pelo modelo foram correspondentes a  $\hat{\bar{Y}}_0 = 40,94$ ,  $\hat{\bar{Y}}_1 = 56,12$  e  $\hat{\bar{Y}}_2 = 62,74tha^{-1}$  e o erro quadrático médio encontrado foi de  $EQM = 0,003$ .

## 3 Conclusões

A equação conduziu a regressão de Mtscherlich a um bom ajuste e apresentou vantagens em relação a metodologia proposta por [2], por dispensar o método dos mínimos quadrados e o teorema de Rouché, além de possibilitar a resolução de ensaios de adubação mais complexos, diferentemente de [3], que sugere equações específicas para cada ensaio de adubação.

## Referências

- [1] L. R. Carvalho, Métodos para comparação de curvas de crescimento, Tese de Doutorado em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, (1996).
- [2] F. Pimentel-Gomes E. Malavolta, Aspectos matemáticos e estatísticos da lei de Mtscherlich, Reunião Brasileira de Ciência do Solo, 193-229, 1949.
- [3] F. Pimentel-Gomes, Curso de Estatística experimental, FEALQ, Piracicaba, 2009.