

## MODELOS MATEMÁTICOS DE ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DE DUAS CULTIVARES DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)\*

Leaf area estimation of two potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) by mathematical models

Alberto Franke\*\*, Osvaldo König\*\*\* e Luiz Carlos Pittol Martini\*\*

### RESUMO

Como a área foliar da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) pode ser estimada por modelos matemáticos que utilizam dimensões lineares das folhas, elaborou-se uma análise destes modelos para obter o que ajusta a área foliar em função do comprimento. Foram testados os seguintes modelos: linear, quadrático, cúbico, exponencial, logarítmico e mistos. O modelo que melhor ajusta a área foliar em função do comprimento da folha é: a) para a cultivar Baronesa  $\hat{Y} = -0,503 + 1,6994 \text{ Ln } X$ , com  $r_2 = 0,938$ ; b) para a cultivar Matilda  $\hat{Y} = -5,6492 + 5,2586 \text{ Ln } X - 0,5892 (\text{Ln } X)^2$ , com  $r_2 = 0,9020$ .

UNITERMOS: modelo matemático, área foliar, batata, *Solanum tuberosum*.

### SUMMARY

As the leaf area of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.) can be estimated by mathematical models that utilize leaves linear dimensions, an analysis from these models was elaborated to obtain which the best adjust the leaf area based on leaf length. The following models were tested: linear, quadratic, cubic, exponential, logarithmical and mixed. The model that best adjust the leaf area based on leaf length, is: a) for the Baronesa cultivar  $\hat{Y} = -0.503 + 1.6994 \text{ Ln } X$ , with  $r^2 = 0.938$ ; b) for the Matilda cultivar  $\hat{y} = -5.2586 \text{ Ln } X - 0.5892 (\text{Ln } X)^2$ , with  $r^2 = 0.9020$ .

KEY WORDS: mathematical model, leaf area, potato, *Solanum tuberosum*.

### INTRODUÇÃO

A determinação da taxa de crescimento de plantas de batata é necessária para estudar os fatores que afetam a velocidade de crescimento vegetativo, início da tuberação, o desenvolvimento dos tubérculos e sua taxa

\* Trabalho realizado de agosto a dezembro de 1988.

\*\* Engenheiros Agrônomos e alunos do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria, 97119. Santa Maria, RS.

\*\*\* Engenheiro Agrônomo, MS, Prof. do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, 97119. Santa Maria, RS.

de acumulação de nutrientes.

Como a capacidade fotossintética é diretamente proporcional à área foliar de uma cultura (MOTA, 9), torna-se muito importante o conhecimento da área foliar para se estimar o rendimento fotossintético de uma comunidade de plantas de batata. BLACK (3), afirmou que a uma dada intensidade de radiação, a taxa de crescimento aumenta com o índice de área foliar, até um máximo, para decrescer depois. STERN & DONALD (10) demonstraram que o índice ótimo de área foliar é função da intensidade de radiação.

Para LANCHER (7), a atenuação da radiação num grupamento de plantas depende da densidade da folhagem e do arranjo das folhas. A densidade da folhagem pode ser quantitativamente expressa pelo índice de área foliar, desenvolvido por WATSON (11), que é um valor adimensional, obtido pela razão entre área total das folhas e área do solo ocupado pela planta.

Segundo MOTA (9), o acréscimo de matéria seca numa cultura depende do desenvolvimento de sua área foliar. O rendimento de uma planta em matéria seca e a época que alcança seu máximo, dependem em grande parte da superfície foliar total (DEMOLON, 5). A variação do índice de área foliar durante o ciclo é um importante dado para a determinação da data de semeadura. Não considerando a intervenção de outros fatores, as culturas devem ser semeadas de modo que os valores máximos do índice de área foliar ocorram em épocas de elevada radiação, quando a fotossíntese líquida passa ser máxima (CHANG, 4).

Entre os fatores fisiológicos que controlam a produtividade primária ou a produtividade econômica, merece especial atenção o desenvolvimento da superfície fotossintetizante das plantas, ou mais especificamente, o índice de área foliar (MOTA, 9).

Medidas ou estimativas da área foliar podem ser feitas de várias maneiras, através de métodos que requerem ou não a destruição das plantas (MAYER FILHO & VOLPE, 8). Pela facilidade e por ser não destrutivo, muitos pesquisadores procuram estimar a área foliar através das relações existentes entre dimensões do limbo foliar e a área real (BIANCO et al, 2). EPSTEIN & ROBINSON (6) determinaram a área foliar de plantas de batata com um planímetro, fazendo também medidas do comprimento das folhas compostas a partir da base do pecíolo até a extremidade. Após fizeram uma análise da regressão entre área foliar e comprimento, obtendo equações logarítmicas que melhor se ajustaram aos dados.

Os objetivos do presente estudo foram investigar o comportamento e obter as equações de regressão entre área e comprimento foliar, para duas cultivares de batata. Os modelos que melhor se ajustam aos dados, podem ser usados em trabalhos posteriores, sem destruição das plantas, para estimar a área foliar de plantas de batata, necessitando-se apenas determinar o comprimento das folhas; pois aparelhos com maior precisão não são muito disponíveis no país.

## MATERIAL E MÉTODOS

Experimento conduzido no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria, no período de agosto a outubro de 1988. No

ensaio foram utilizadas as cultivares Baronesa e Matilda.

Para a medição da área foliar foi feita cópia reprografada de 43 folhas compostas de cada cultivar, de diferentes plantas, incluindo tamanhos variáveis, no subperíodo de floração. Após mediu-se a área foliar com planímetro e os comprimentos das folhas com régua. Os dados foram submetidos à análise da regressão, através do Statistical Analysis System (BARR & COODNIGHT, 1), do Núcleo de Processamento de Dados da Universidade Federal de Santa Maria. Foram testados os seguintes modelos matemáticos, para verificar o ajustamento da área foliar em função do comprimento da folha, para cada cultivar:

- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1) Linear         | $Y = a + bX$               |
| 2) Quadrático     | $Y = a + bX + cX^2$        |
| 3) Cúbico         | $Y = a + bX + cX^2 + dX^3$ |
| 4) Exponencial    | $Y = ab^x$                 |
| 5) Logarítmico    | $Y = aX^b$                 |
| 6) Modelos Mistos |                            |

onde Y representa a área foliar e X o comprimento da folha.

O melhor modelo, para cada cultivar, foi selecionado em função do coeficiente de determinação ( $r^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas TABELAS 1 e 2 são apresentadas as equações de regressão para as cultivares Baronesa e Matilda respectivamente, com os seus respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ). Pode-se verificar que área foliar das duas cultivares de batata podem ser bem estimadas, por vários modelos matemáticos, que usam apenas o comprimento das folhas compostas. Para a cultivar Baronesa, o modelo que melhor se ajusta aos dados, em função do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), foi o logarítmico  $\text{Ln } \hat{Y} = -0,5036 + 1,6994 \text{ Ln } X$ , com  $r^2 = 0,9378$ . Já para a cultivar Matilda, o modelo logarítmico teve um bom ajustamento  $\text{Ln } \hat{Y} = -1,1395 + 1,9876 \text{ Ln } X$ , com  $r^2 = 0,8987$ , concordando com EPSTEIN & ROBINSON (6). Mas o modelo que melhor se ajustou foi o logarítmico ao quadrado  $\text{Ln } \hat{Y} = -5,6492 + 5,2586 \text{ Ln } X - 0,5893 (\text{Ln } X)^2$ ,  $r^2 = 0,9020$ .

Pela facilidade de uso e pelo bom ajuste aos dados, com coeficiente de determinação maior que 0,87, recomenda-se também o modelo linear para as duas cultivares.

Nas Figuras 1 e 2 podem ser visualizadas as equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados e as equações lineares recomendadas. As diferenças entre as equações nas duas cultivares são devido à morfologia das folhas de cada cultivar. A Matilda apresenta folíolos e folhas maiores que as da Baronesa.

## CONCLUSÕES

Este estudo mostrou que a área foliar pode ser estimada a partir do comprimento das folhas compostas.

TABELA 1. Equações de regressão que estimam a área foliar (Y) em função do comprimento da folha composta (X) e o coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>), para a cultivar Baronesa.

Equação de Regressão	r <sup>2</sup>
$\hat{Y} = - 33,9461 + 6,4556 X$	0,8834
$\hat{Y} = - 20,1806 + 4,3556 X + 0,0739 X^2$	0,8851
$\hat{Y} = - 12,7862 + 2,6260 X + 0,2015 X^2 - 0,0029 X^3$	0,8852
$\hat{Y} = - 163,1159 + 84,4491 \text{ Ln}X$	0,8534
$\hat{Y} = 194,4272 - 199,6409 \text{ Ln}X + 55,7065 (\text{Ln}X)^2$	0,8853
$\hat{Y} = 9,1486 + 8,5125 X - 27,6647 \text{ Ln}X$	0,8853
$\hat{Y} = 33,5296 + 12,1737 X - 0,0670 X^2 - 51,3212 \text{ Ln}X$	0,8853
$\hat{Y} = 48,4962 + 0,00000004^X$	0,3348
$\text{Ln}\hat{Y} = 2,1556 + 0,1255 X$	0,9055
$\text{Ln}\hat{Y} = - 0,5036 + 1,6994 \text{ Ln}X$	0,9378

TABELA 2 - Equações de regressão que estimam a área foliar (Y) em função do comprimento da folha composta (X) e o coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>), para a cultivar Matilda.

Equação de Regressão	r <sup>2</sup>
$\hat{Y} = - 78,5619 + 10,1472 X$	0,8737
$\hat{Y} = - 59,2244 + 7,7608 X + 0,0704 X^2$	0,8742
$\hat{Y} = 28,0364 - 8,4895 X + 1,0473 X^2 - 0,019 X^3$	0,8745
$\hat{Y} = - 369,2017 + 164,8272 \text{ Ln} X$	0,8598
$\hat{Y} = 432,5869 - 416,7140 \text{ Ln} X + 104,7745 (\text{Ln} X)^2$	0,8745
$\hat{Y} = - 3,9561 + 12,6973 X - 41,9782 \text{ Ln} X$	0,8743
$\hat{Y} = 292,1395 + 41,2829 X - 0,4263 X^3 - 274,5086 \text{ Ln} X$	0,8745
$\hat{Y} = 83,9702 + 0,00000001^X$	0,4000
$\text{Ln}\hat{Y} = 2,4062 + 0,1199 X$	0,8778
$\text{Ln}\hat{Y} = - 1,1395 + 1,9876 \text{ Ln} X$	0,8987
$\text{Ln}\hat{Y} = - 5,6492 + 5,2586 \text{ Ln} X - 0,5893 (\text{Ln} X)^2$	0,9020

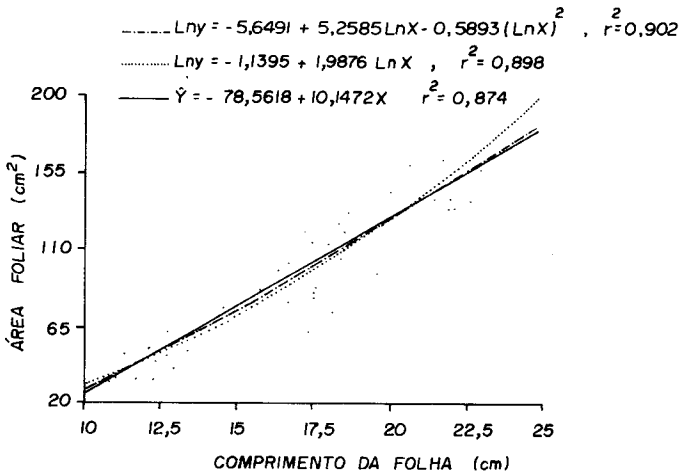


FIGURA 1 - Equações de regressão, entre comprimento da folha (cm) e área foliar (cm<sup>2</sup>), para batata, cultivar Baronesa.

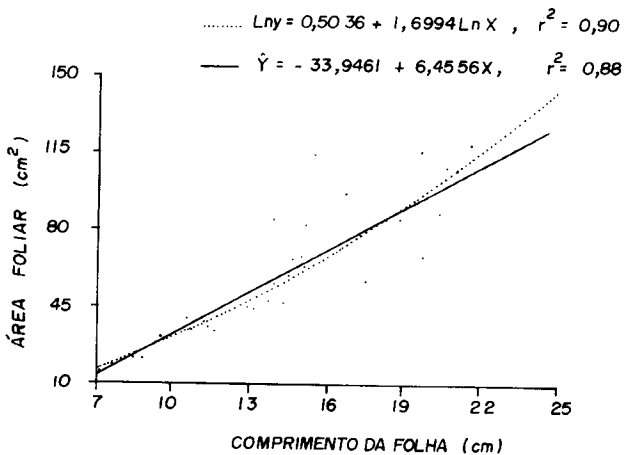


FIGURA 2 - Equações de regressão, entre comprimento da folha (cm) e área foliar (cm<sup>2</sup>), para batata, cultivar Matilda.

Para a cultivar Baronesa, a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi  $\text{Ln } \hat{Y} = -0,503 + 1,6994 \text{ Ln } X$ , mas também pode ser empregada a equação linear  $\hat{Y} = 33,9461 + 6,4556 X$ , pela sua facilidade de uso e pelo ajuste.

Para a cultivar Matilda os modelos que melhor se ajustaram aos dados foram;  $\text{Ln } \hat{Y} = -1,1395 + 1,9876 \text{ Ln } X$ , com  $r^2 = 0,8987$ , e  $\text{Ln } \hat{Y} = 5,6492 + 5,2586 \text{ Ln } X - 0,5893 (\text{Ln } X)^2$ , mas também recomenda-se o modelo linear pela sua facilidade e bom ajuste aos dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARR A.J & GOODNIGHT, J.H. **Statistical analysis system**. Department of Statistical, North Carolina State University, 1972. 352p.
2. BIANCO, S.; PITELLI, R.A. & PERECIN, D. Estimativa da área foliar de frutíferas nativas do cerrado. II. Gabiroba. **Ciência Agronômica**, Jaboticabal, vol.2, n.1, p.3-4, 1987.
3. BLACK, J.N. The interrelationship of solar radiation and leaf area index in determining the rate of dry matter production of swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) **Australian Journal of Agricultural Research**, vol.14, n.20-38, 1963.
4. CHANG, J.H. Leaf area index. In: CHANG, J.H. **Climate and agriculture. An ecological survey**. 2ª ed. Chicago, Aldine Publishing Company, 1971. p.46-53.
5. DEMOLON, A. Leyes del crecimiento vegetal. In: DEMOLON, A. **Crecimiento de los vegetales cultivados**. 5ª ed. Barcelona, Ediciones Omega, S.A., 1972. p.389-427.
6. EPSTEIN, E. & ROBINSON, R.R. A rapid method for determining leaf area of potato plants. **Agromomy Journal**, vol.57, n.5, p.515-16, set-out, 1965.
7. LARCHER, W. The sun's radiation as a source of energy. In: LANCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin, Springer-Verlag, 1975. p.9-18.
8. MAYER FILHO, N. & VOLPE, C.A. Estimativa da área foliar de ervilha (*Pisum sativum* L.) através de medidas lineares dos folíolos. **Ciência Agronômica**, Jaboticabal, vol.3, n.2, p.6-7, 1988.
9. MOTA, F.S. **Metereologia agrícola**. 7a. ed. São Paulo, Nobel, 1983. 376p.
10. STERN, W.R. & DONALD, C.M. The influence of leaf area and radiation on the growth of clover in swards. **Australian Journal of Agricultural Research**, vol.14, p.38-60, 1963.
11. WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and varieties, and within and between years. **Annals of botany**, vol.11, p.41-76, 1947.