

NÍVEIS CRÍTICOS DE N-NO₃ E N-ORGÂNICO EM PECÍOLOS DE TOMATEIRO DE CRESCIMENTO DETERMINADO¹

Regynaldo A. Sampaio²
José de Arimatéia D. de Freitas²
Fredy Fernando R. Yupanqui²
Paulo C. R. Fontes³
Hermínia E. P. Martinez³
Paulo R. G. Pereira³

1. INTRODUÇÃO

A análise foliar é técnica utilizada na avaliação do estado nutricional da planta. Nesta avaliação utiliza-se, freqüentemente, o conceito de nível crítico desenvolvido da relação existente entre o crescimento e a concentração de nutrientes em tecidos específicos (19). O nível crítico de um nutriente na planta é dependente da espécie, da parte da planta analisada, da idade fisiológica do tecido e das técnicas analíticas, dentre outros fatores (9).

Publicações sobre níveis críticos de N, em tomate, referem-se geralmente aos teores de N-total ou N-NO₃ na matéria seca ou aos teores de N-NO₃ solúvel em água ou ácido acético (10, 14, 20).

Procedimentos rápidos, nos quais são medidos os teores de N-NO₃ na seiva ou no suco de planta, têm sido estudados e muitos deles, além de simples e pouco dispendiosos, apresentam correlações significativas com

¹ Experimento conduzido como exigência da disciplina Nutrição Mineral de Plantas. Aceito para publicação em 22.02.1995.

² Estudante de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

³ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. (O quarto e quinto autores são bolsistas do CNPq).

métodos tradicionais (6, 7, 14, 17). Alguns trabalhos também têm mostrado que o N-NO₃⁻, tanto no pecíolo quanto na folha, é um bom indicador do estado da nutrição nitrogenada do tomateiro (1, 3, 6, 15, 18), constituindo-se numa boa alternativa para substituir as determinações de N-total ou N-orgânico nas análises de rotina.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer níveis críticos de N-NO₃⁻ e N-orgânico em pecíolos de mudas de tomateiro de crescimento determinado, cultivado em solução nutritiva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa, nos meses de abril e maio de 1993.

Sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Caline IPA-6) foram colocadas para germinar em leito de areia lavada. Ao completarem o primeiro par de folhas verdadeiras, plântulas uniformes em tamanho e vigor foram transferidas para solução de HOAGLAND e ARNON (12), a meia-força, permanecendo durante uma semana. Após este período, os tratamentos foram aplicados mantendo-se duas plantas por vaso contendo oito litros de solução nutritiva, com aeração contínua.

Avaliaram-se sete tratamentos distribuídos no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na adição de níveis de N (0,71; 3,57; 7,14; 14,29; 21,43; 28,57; e 35,71 mmol.L⁻¹), na forma de NH₄NO₃, KNO₃, NaNO₃ e Ca(NO₃)₂.4H₂O, na proporção de 20% de N-NH₄⁺ e 80% de N-NO₃⁻. Os demais nutrientes foram mantidos constantes nas concentrações de 1 mmol.L⁻¹ H₂PO₄⁻; 6 mmol.L⁻¹ K⁺; 6 mmol.L⁻¹ Ca²⁺; 2 mmol.L⁻¹ Mg²⁺; 2 mmol.L⁻¹ SO₄²⁻; 46 µmol.L⁻¹ B; 0,2 µmol.L⁻¹ Cu; 1,8 µmol.L⁻¹ Mn; 0,1 µmol.L⁻¹ Mo; 89,6 µmol.L⁻¹ Fe; e 0,8 µmol.L⁻¹ Zn.

Diariamente, quando necessário, água deionizada foi adicionada aos vasos e o pH da solução nutritiva foi mantido em torno de 6,0, aplicando-se HCl 0,1 mol.L⁻¹ ou NaOH 1,0 mol.L⁻¹. Quando a concentração salina da solução atingia 50% da inicial, procedia-se à sua substituição.

As plantas foram colhidas 25 dias após iniciados os tratamentos, no início do surgimento dos primeiros botões florais, sendo separadas em pecíolos, folhas e raízes, determinando-se o peso da matéria fresca do material obtido.

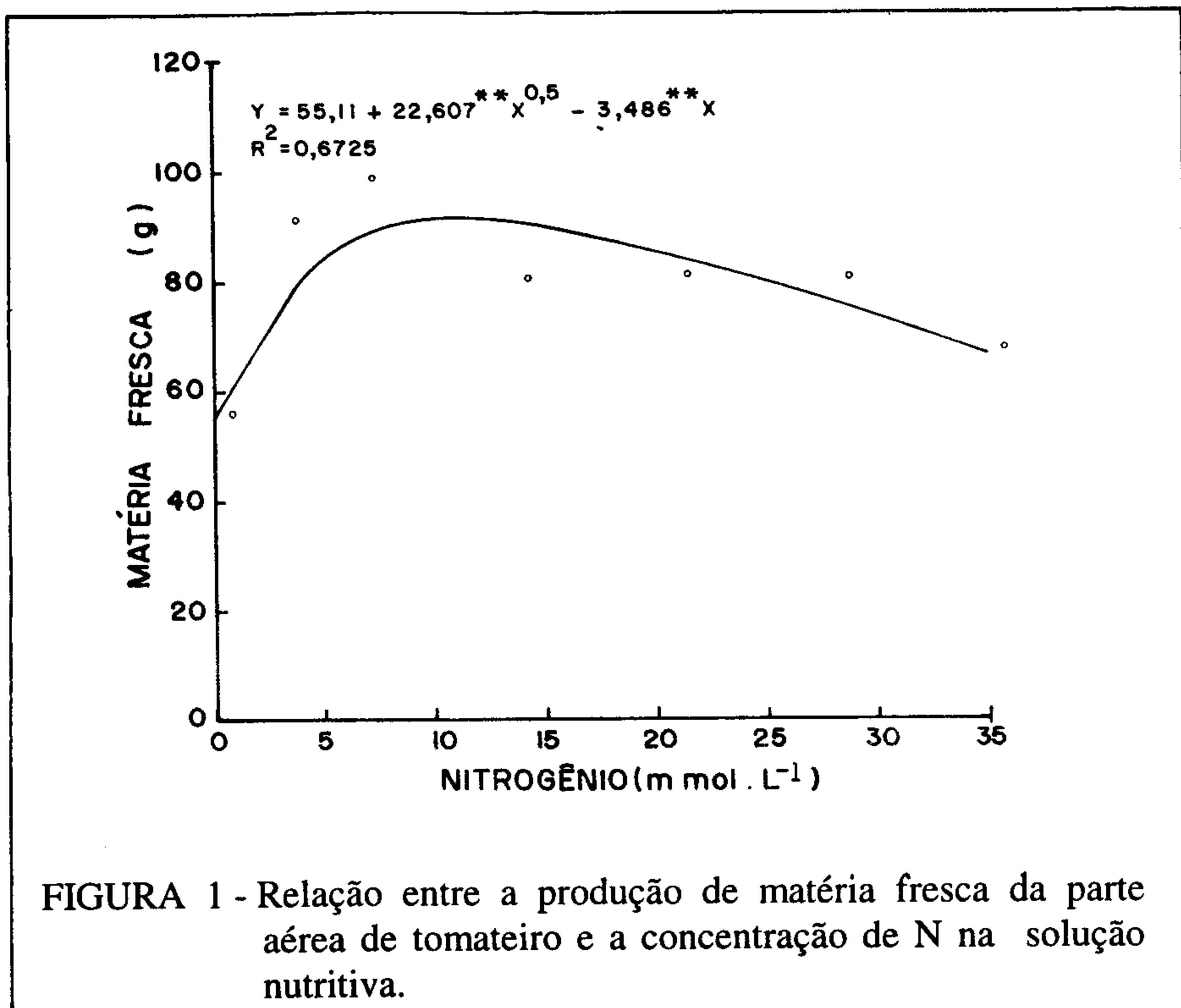
O material vegetal foi seco em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 70° C, até peso constante. Após a secagem determinaram-se os pesos de matéria seca da parte aérea e das raízes. O pecíolo foi moído em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh e submetido a dois processos de extração e dosagem do N. No primeiro realizou-se a extração

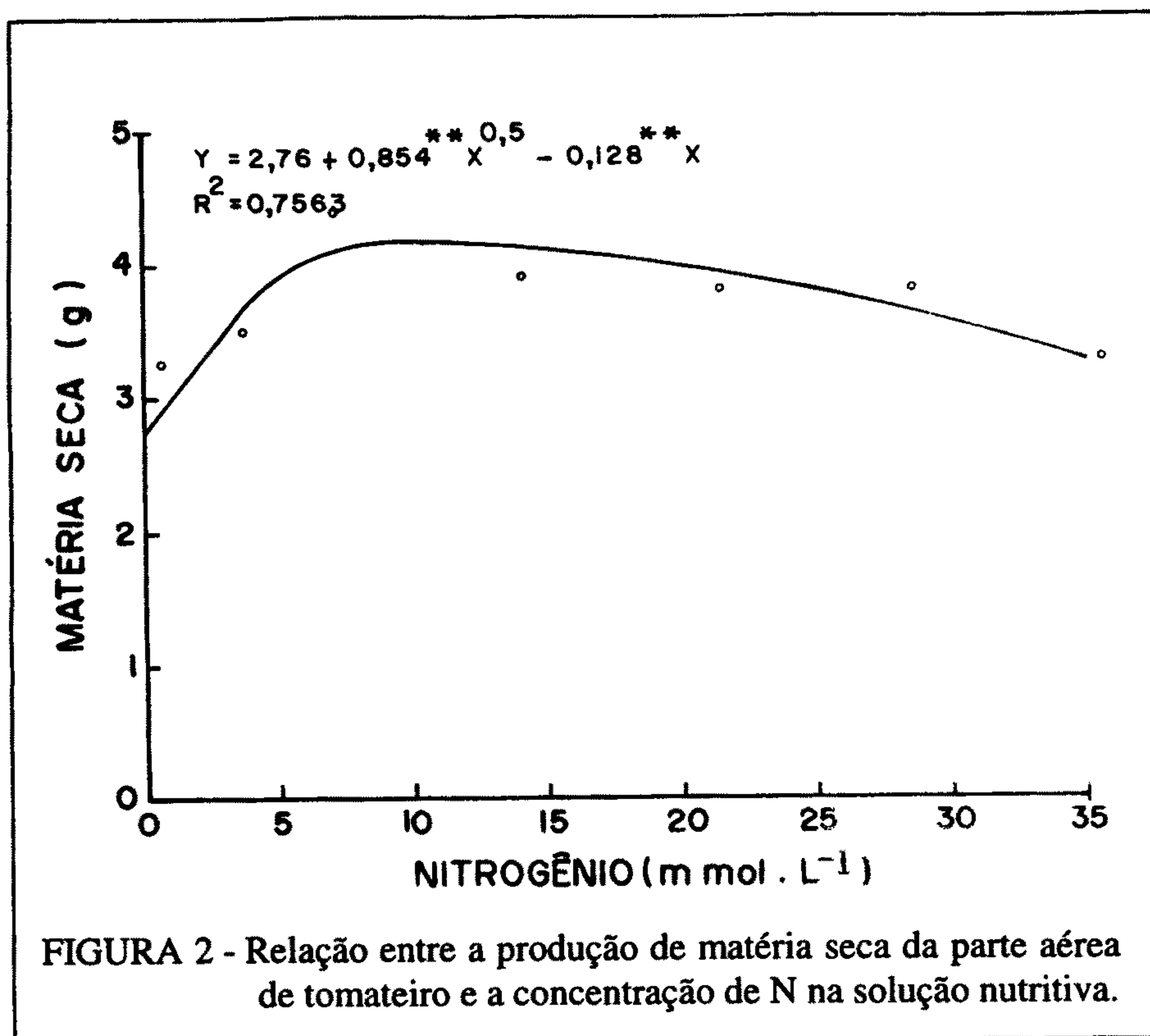
com água em banho-maria, à temperatura de 45° C, durante 1 hora, e determinação colorimétrica do teor de N-NO₃ (4). No segundo realizou-se digestão sulfúrica, após a qual o N-orgânico foi determinado, utilizando-se o reagente de Nessler (13).

Foram ajustadas equações de regressão relacionando as variáveis obtidas com as concentrações de N na solução nutritiva (2), e confeccionada uma tabela de suficiência de nitrogênio com base nas concentrações de N-NO₃ e N-orgânico em pecíolos de tomateiro. Para tanto, considerou-se como níveis baixos aqueles que resultaram em produções de até 90% da produção máxima de matéria seca total; como níveis suficientes aqueles capazes de proporcionar produções entre 90 e 100% da máxima; e, nível ótimo aquele que resultou em produção máxima.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

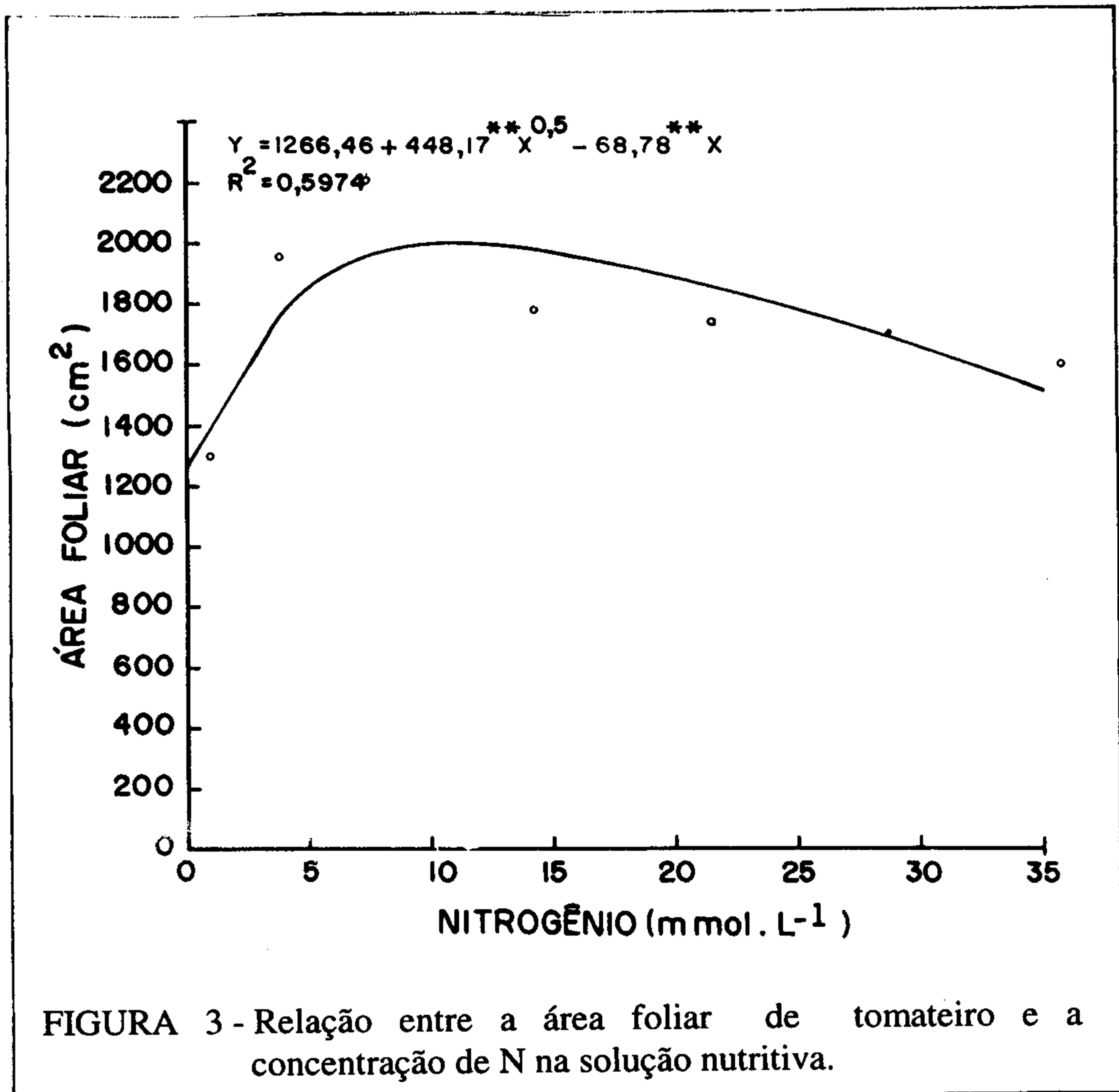
Os pesos de matéria fresca e seca da parte aérea atingiram valores máximos de 91,8 e 4,2 g/vaso, nas concentrações de 10,5 e 11,1 mmol.L⁻¹ de N na solução, respectivamente (Figuras 1 e 2).





Para a área foliar foi verificada tendência similar aos pesos de matéria fresca e seca (Figura 3), entretanto o peso de raízes secas (Figura 4) não foi significativamente afetado pelo aumento da concentração de N na solução nutritiva. GOMEZ-LEPE e ULRICH (10) e CARPENA-ARTES *et alii* (3) observaram aumento na produção de matéria fresca e seca do tomateiro com o aumento da concentração de N-NO₃ na solução nutritiva, à semelhança do obtido neste trabalho.

A aplicação de doses de N superiores à dose de máxima eficiência física pode ter causado desequilíbrio na absorção de outros nutrientes. Isto influenciaria negativamente as reações metabólicas, resultando plantas de menor crescimento, principalmente da parte aérea, conforme observado neste experimento (Figuras 1, 2 e 3). MOHAMED *et alii* (16) mostraram que a aplicação de doses excessivas de N-NO₃ pode reduzir ou suprimir a formação de aminoácidos importantes no crescimento das plantas, provocar acúmulo de nitrato nos tecidos e mudanças no pH celular. Os efeitos negativos dos tratamentos observados nas concentrações mais altas de N podem ter sido resultantes das maiores concentrações de N-NH₄



presentes nas soluções nutritivas, uma vez que 20% do N fornecido era sempre nessa forma. O NH_4^+ , em excesso, pode diminuir a absorção de Ca, Mg e K, essenciais para o crescimento da planta (5, 11).

Equações de regressão modelo "raiz quadrada" ajustaram-se às concentrações de N- NO_3^- e N-orgânico no pecíolo (Figuras 5 e 6). Quando as concentrações de N da solução nutritiva foram 19,6 e 20,7 mmol.L^{-1} , as concentrações de N- NO_3^- e N-orgânico no pecíolo seco atingiram os valores máximos de 1,5 e 4,1%, respectivamente.

Os valores dos níveis ótimos de N- NO_3^- e de N-orgânico no pecíolo, no início do florescimento (Quadro 1), são praticamente iguais àqueles apontados por FONTES *et alii* (8) e JONES Jr. *et alii* (14) como suficientes para o tomateiro de crescimento determinado. O valor ótimo indica o nível de nutrição nitrogenada correspondente à máxima eficiência física, valor obtido quando a concentração de N na solução nutritiva era de aproximadamente 11,0 mmol.L^{-1} .

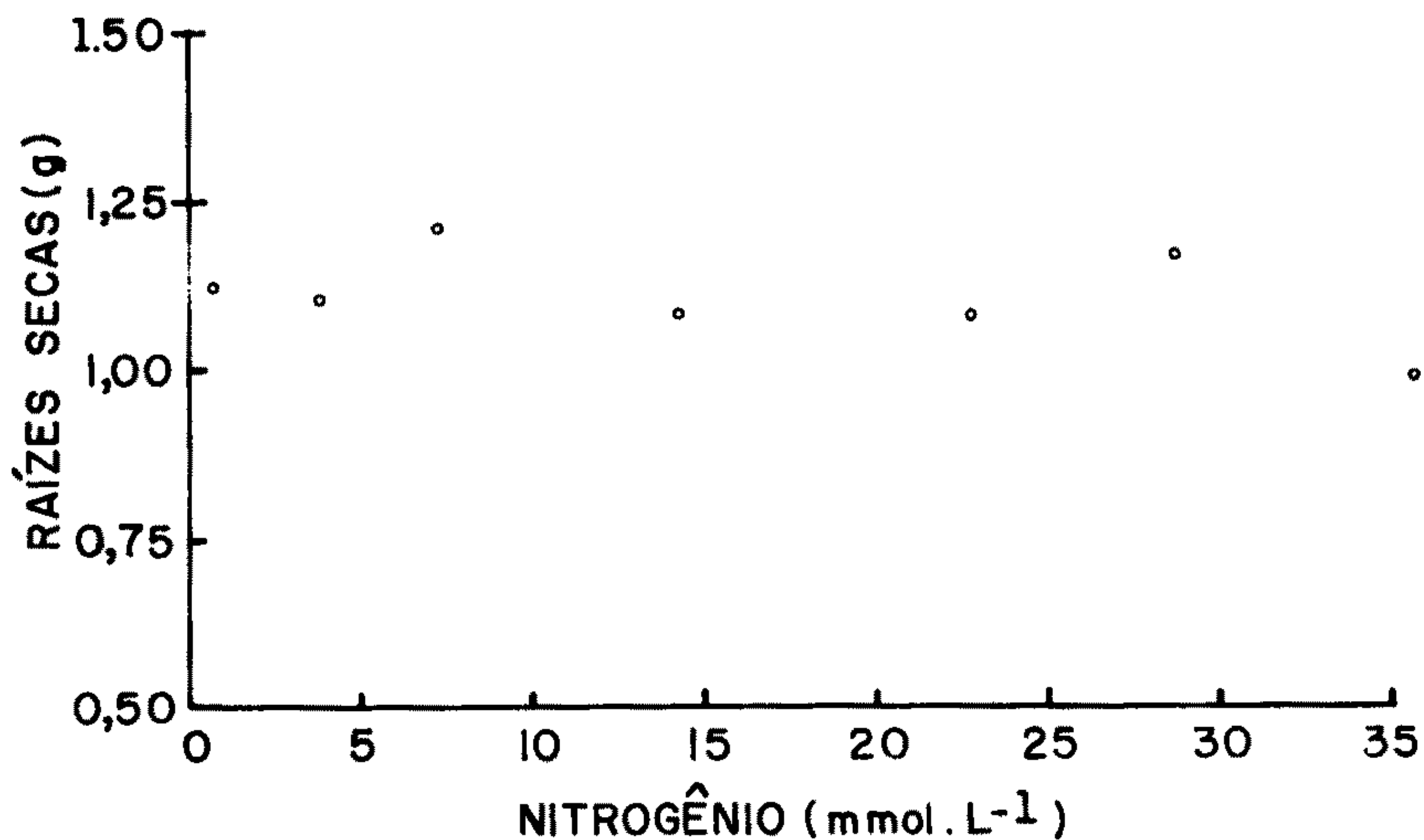


FIGURA 4 - Relação entre o peso de raízes secas de tomateiro e a concentração de N na solução nutritiva.

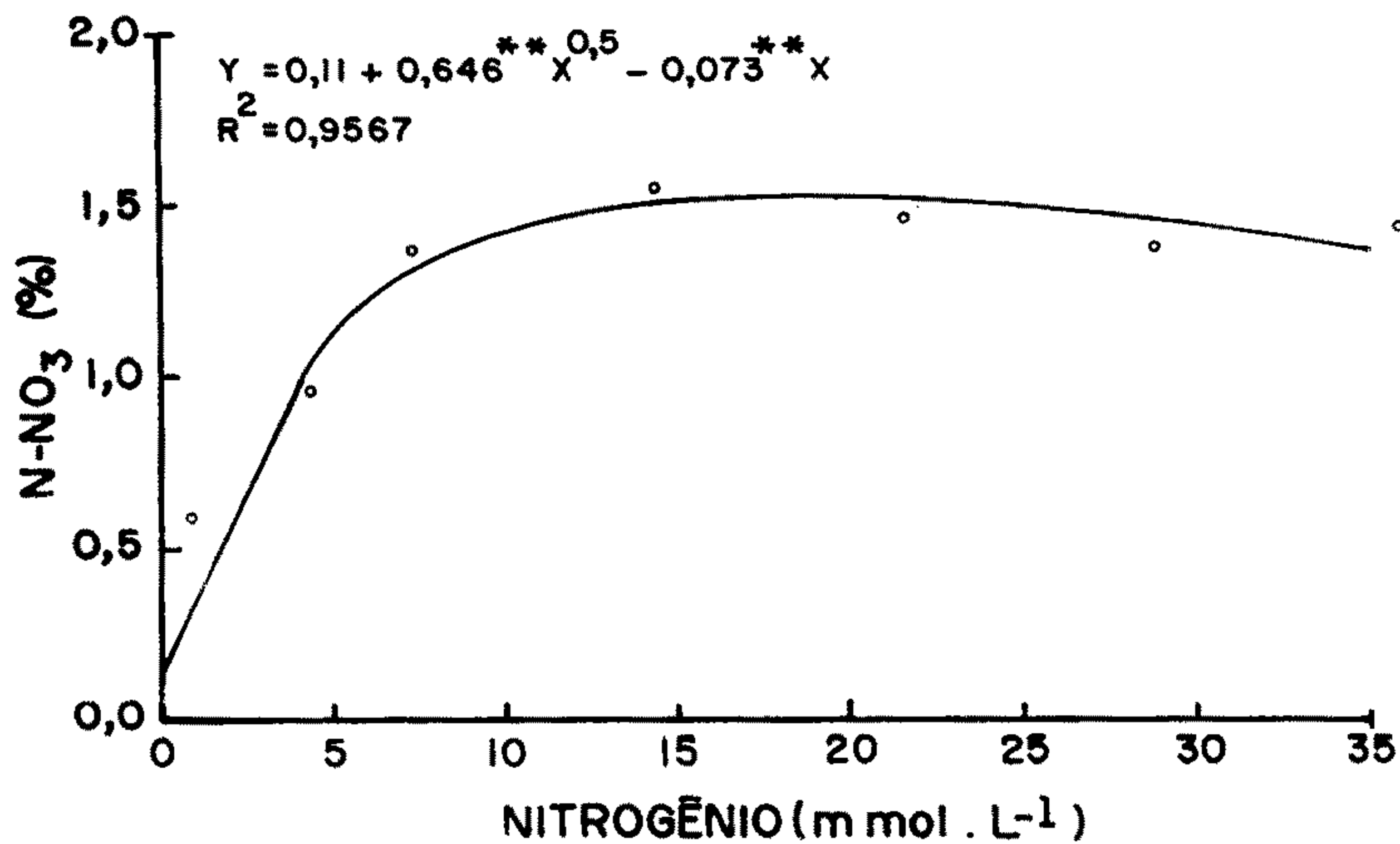


FIGURA 5 - Relação entre a concentração de N-NO₃ em pecíolo de tomateiro e a concentração de N na solução nutritiva.

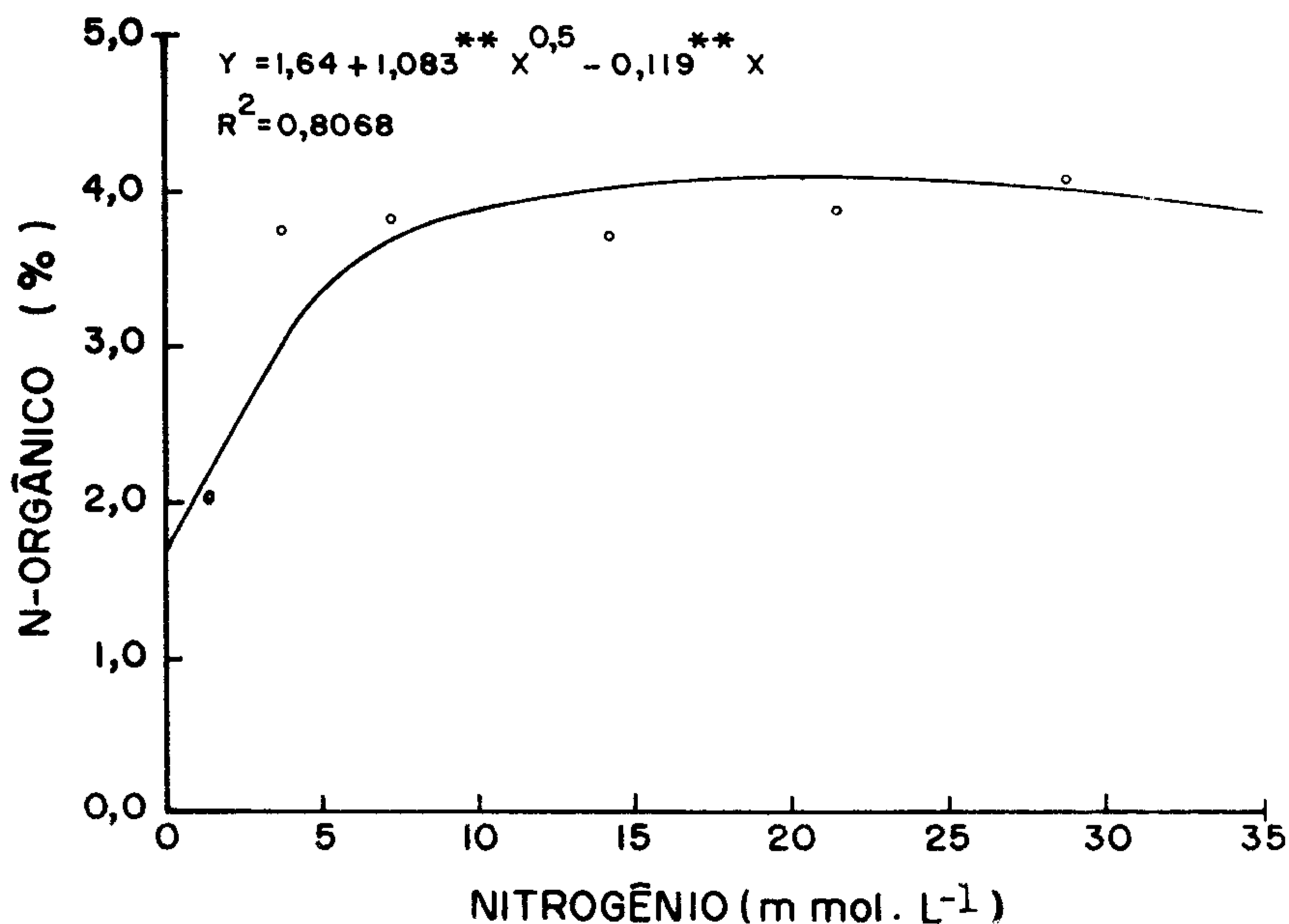


FIGURA 6 - Relação entre a concentração de N-orgânico em pecíolo de tomateiro e a concentração de N na solução nutritiva.

QUADRO 1 - Valores interpretativos de concentrações de N-NO₃ e N-orgânico em pecíolos de tomateiro de crescimento determinado, no início do florescimento

Determinação	Níveis		
	Baixo	Suficiente	Ótimo
N-NO ₃ (%)	< 0,93	0,93 - 1,45	1,45
N-orgânico (%)	< 3,02	3,02 - 3,93	3,93

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Plantas de tomateiro foram cultivadas, até o aparecimento dos primeiros botões florais, em solução nutritiva de Hoagland e Arnon modificada para conter diferentes concentrações de N (0,71; 3,57; 7,14; 14,29; 21,43; 28,57; e 35,71 mmol.L⁻¹), na proporção constante de 20% de N-NH₄⁺ e 80% de N-NO₃⁻. O experimento foi em blocos casualizados com quatro repetições. Equações de regressão foram ajustadas às produções de matéria fresca e seca, área foliar e concentrações de N-NO₃⁻ e de N-orgânico no pecíolo. Foi confeccionada uma tabela de valores definindo os níveis de suficiência de N-NO₃⁻ e N-orgânico para a cultura. Nas condições estudadas verificou-se que as produções de matéria fresca e seca e a área foliar aumentaram com o incremento de N na solução nutritiva, até aproximadamente 11,0 mmol.L⁻¹, e a partir desse valor houve decréscimo nas produções e na área foliar. Na fase de aparecimento dos primeiros botões florais, os níveis ótimos de N-NO₃⁻ e N-orgânico no pecíolo, ou seja, relacionados com a produção máxima, foram 1,5 e 3,9%, respectivamente.

5. SUMMARY

(NITRATE-N AND ORGANIC-N CRITICAL LEVELS IN DETERMINATED GROWTH TOMATOES PETIOLES)

Tomato plants were cultivated in a modified Hoagland & Arnon nutrient solution with different N concentrations (0.71, 3.57, 7.14, 14.29, 21.43, 28.57 e 35.71 mmol.L⁻¹), 20% being NH₄⁺-N and 80% NO₃⁻-N. The experimental design was the random block, with four replications. Fresh and dry matter yield, leaf area and NO₃⁻N and organic-N concentrations were adjusted to regression models where the relationship between these variables with the N levels was determined. Moreover, NO₃⁻-N and organic-N concentrations were verified in the petiole and a NO₃⁻-N and organic-N table of sufficiency to the culture was prepared. Tomato fresh and dry matter yield, and leaf area increased with N concentrations in nutrient solution up to 11.0 mmol.L⁻¹. NO₃⁻-N and organic-N optima in petiole, at flowering beginning, to produce the maximum dry weight, were 1.5 e 3.9%, respectively.

6. LITERATURA CITADA

1. ADAMS, P.; GRAVES, C.J. & WINSOR, G.W. Tomato yields in relation to the nitrogen, potassium and magnesium status of plants and the peat substrate. *Plant Soil*, 49:137-148. 1978.

2. ALVAREZ V., V.H. *Avaliação da fertilidade do solo: superfície de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator resposta*. Viçosa, UFV, 1985. 75 p. (Bol. n° 228).
3. CARPENA-ARTES, O.; ZORNOZA, P. & CARPENA-RUIZ, R.O. Influencia de la relación $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ en la nutrición mineral de la planta de tomate. *An. Edaf. Agrobiol.*, 42:1711-1722. 1983.
4. CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E. & YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 6:71-80. 1975.
5. CLAASSEN, M.E.T. & WILCOX, G.E. Effect of nitrogen form on growth and composition of tomato and pea tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 99:171-174. 1974.
6. COLTMAN, R.R. Sampling considerations for nitrate quick tests of greenhouse grown tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112:922-927. 1987.
7. COLTMAN, R.R. Yields of greenhouse tomatoes managed to maintain specific petiole sap nitrate levels. *HortScience*, 23:148-151. 1988.
8. FONTES, P.C.R.; GOMES, J.M.; PEREIRA, P.R.G. & MARTINEZ, H.E.P. Nível crítico de N- NO_3^- em pecíolos de tomateiro extraído por diferentes métodos. *Hort. bras.*, 12:79. 1994.
9. GERALDSON, C.M.; KLACAN, G.R. & LORENZ, O.A. Plant analysis as an aid to fertilizing vegetable crops. In: Walsh, L.M. & Beaton, J.D. (ed.). *Soil Testing and Plant Analysis*. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., 1973. p. 365-379.
10. GOMEZ-LEPE, B.E. & ULRICH, A. Influence of nitrate on tomato growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 99:45-49. 1974.
11. HARTMAN, P.L.; MILLS, H.A. & JONES Jr., J.B. The influence of nitrate:ammonium ratios on growth, fruit development, and element concentration in "Floradel" tomato plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111:487-490. 1986.
12. HOAGLAND, D.A. & ARNON, D.I. *The water culture method for growing plants without soil*. Berkeley, Cal. Agric. Exp. Sta. Circ., 1950. 347p.
13. JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc., 1958. 498p.
14. JONES Jr., J.B.; WOLF, B. & MILLS, H.A. *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Athens, Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.
15. MASON, S.C. & WILCOX, G.E. Nitrogen status evaluation of tomato plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 107:483-486. 1982.
16. MOHAMED, A.; EL-SOKKARY, I. & TUCKER, T. Growth and chlorophyll, mineral, and total amino acid composition of tomato and wheat plants in relation to nitrogen and iron nutrition. II. Chlorophyll content and total amino acid composition. *J. Plant Nut.*, 10:713-731. 1987.
17. PRASAD, M. & SPIERS, T.M. Evaluation of a rapid method for plant sap nitrate analysis. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 15:673-679. 1984.
18. SCAIF, A. & STEVENS, K.L. Monitoring sap nitrate in vegetable crops: comparison of test strips with electrode methods, and effects of time of day and leaf position. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 14:671-771. 1983.
19. ULRICH A. & HILLS, F.J. Plant analysis as an aid in fertilizing sugarbeet. In: Westerman, R.L. (ed.). *Soil Testing and Plant Analysis*. Madison, Soil Sci. Soc. Amer., 1990. p. 429-447.
20. WARD, G. The application of tissue analysis to greenhouse tomato nutrition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 83:695-699. 1963.