

Índice SPAD e crescimento do tomateiro em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

J. S. Porto¹; Y. F. Amorim¹; T. N. H. Rebouças¹; O. L. Lemos¹; J. M. Q. Luz²; R. Q. Costa¹

¹PPGA/DFZ, Univeridade Estadual do Sudoeste da Bahia, 45031-900, Vitória da Conquista – BA.

²ICIAAG, Universidade Federal de Uberlândia, 38048-100, Uberlândia – MG.

jsporto87@yahoo.com.br

(Recebido em 09 de julho de 2014; aceito em 01 de outubro de 2014)

O nitrogênio é um dos elementos mais requeridos pelas plantas, assim o teor deste nutriente presente nos tecidos vegetais interfere diretamente no crescimento, desenvolvimento e produção. Neste contexto o tipo de fertilizante e a sub ou super fertilização podem afetar significativamente a produção agrícola. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de nitrogênio no crescimento e desenvolvimento do tomateiro. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da conquista – BA. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, utilizando-se 3 fontes de Nitrogênio (nitrato de cálcio, ureia e sulfato de amônio) e 3 doses (140, 280 e 420 kg ha⁻¹ de N) e uma testemunha absoluta. Foram analisados a taxa de crescimento relativo, Altura, diâmetro da haste principal, massa seca da parte aérea e o índice SPAD. A altura, diâmetro da haste e o SPAD aumentaram linearmente de acordo com o aumento das doses de N aplicadas, ao passo que plantas tratadas com NO₃ tiveram maior acúmulo de massa seca e leitura SPAD.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, clorofila, adubação nitrogenada.

Tomato plant growth and SPAD index in different nitrogen sources and levels

Nitrogen is one element required by plants, so the levels these nutrient present in plant tissues directly interferes on growth, development and production. The type of fertilizer and the under or over fertilization can significantly affect agricultural production in this context. Aim this study was to evaluate the effects of different nitrogen sources and levels on tomato plants growth and development. The experiment conducted at State University of Southwest Bahia, Vitória da Conquista – BA. The experimental design randomized complete block, with four replications in factorial $3 \times 3 + 1$, using 3 sources of nitrogen (calcium nitrate, urea and ammonium sulfate) and 3 doses (140, 280 and 420 kg ha⁻¹) and an absolute control. The relative growth rate, height, main stem diameter, shoots dry mass and SPAD index analyzed. The height, stem diameter and SPAD increased linearly according to increase of N rates, while plants treated with NO₃ had higher dry mass and SPAD reading.

Keywords: *Solanum lycopersicum*, chlorophyll, nitrogen fertilization.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as técnicas mais recentes com potencial para avaliar o estado de nitrogênio da planta em tempo real destaca-se a análise da intensidade do verde das folhas, pelo fato de haver correlação significativa e positiva entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha [20]. As leituras SPAD representam um método indireto da avaliação do estado de produção real e potencial de biomassa vegetal, através da leitura da intensidade da cor verde presente nas folhas, relacionadas ao teor de clorofila. Esta, por sua vez, apresenta forte correlação positiva com o nível nutricional da planta e acúmulo de massa seca na folha da planta [14].

As análises de crescimento da planta são comumente utilizadas para avaliar o potencial de produção em diversas culturas, inclusive a do tomate. O diâmetro da haste principal, assim como a altura, são parâmetros utilizados com frequência, e que permitem avaliar respostas das plantas aos tratamentos [15]. Outro parâmetro importante, é a avaliação da massa seca da parte aérea, visto que demonstra o acúmulo de biomassa vegetal em função da maior produção de

aminoácidos e assimilados de carbono da fotossíntese, proporcionada pelo ótimo fornecimento e absorção de nutrientes na planta.

O desenvolvimento e produção do tomateiro são limitados por vários fatores, como ataque de pragas e doenças, bem como a sub ou super fertilização. Nesse sentido, o uso incorreto de insumos pode acarretar em sérios prejuízos para a produção da cultura, ou perdas para o ambiente elevando o custo de produção.

O nitrogênio para o tomateiro é um dos elementos mais requeridos e que contribuem de forma expressiva para seu crescimento e desenvolvimento, aumentando a massa fresca e seca das raízes, caule, folhas e frutos, a altura da planta, o número de folhas, a área foliar, o florescimento até a frutificação [1]. No entanto, a aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo deve ser feita de acordo com a necessidade da planta a ser cultivada. A determinação desta necessidade no solo e na planta é importante para otimizar o uso do nitrogênio pela cultura, minimizar o custo com fertilizante nitrogenado e evitar a poluição ambiental [6].

As quantidades de nitrogênio aplicadas devem ser feitas maneira correta para não acarretar problemas no processo de produção, isso porque quando a quantidade de nitrogênio é subestimada ocorre uma redução da produtividade, além de atrasos na produção. Ao se aplicar um teor que superestima os valores necessários para a correta nutrição, ocorre o aumento no custo de produção, alterações fisiológicas na planta e nos frutos, e impactos ambientais, devido a perdas deste nutriente no ambiente [2].

Um dos aspectos que mais contribuem para o crescimento e a obtenção de produção satisfatória refere-se ao manejo correto da nutrição do tomateiro. O emprego adequado dos nutrientes estabelece um sistema de produção eficiente e racional, visando resultados satisfatórios quanto ao seu desenvolvimento, produtividade, qualidade do produto, sustentabilidade da atividade e lucros.

Entre as fontes de nitrogênio normalmente utilizadas, o tomateiro apresenta ampla plasticidade para absorver diversas formas desse nutriente seja como nitratos, amônios, ureias e nitrogênio presentes em formas orgânicas [19]. A utilização pode estar condicionada a eficiência do adubo e aos custos envolvidos na aquisição do produto. Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de nitrogênio no crescimento do tomateiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Vitória da conquista – BA (Latitude 14° 53' S e Longitude 40° 48' W), na estação experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, nos períodos de outubro de 2012 a março de 2013. O solo da área trata-se de um LATOSSOLO - Vermelho-amarelo (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos).

Foi realizado a análise do material de solo, coletado na profundidade 0-20 cm (Tabela 1). De acordo com os resultados obtidos foi feita a devida correção do solo, aplicando-a três meses antes do transplante das mudas. Foram usados 1,2 t ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio para elevar a saturação por base do solo (V%) de 55 para 70.

Tabela 1- Resultados da análise de solo da área experimental.

pH	K	Ca	Mg	Al	Na	T	H+Al	V	MO	P	Fe	Zn	Cu	Mn
	-----cmol dm ⁻³ -----							%	dag kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----				
5,7	0,3	1,6	0,6	0,6	1,7	5,4	2,9	55	2,8	3	85	1,3	1,0	64

Extrator (P), Mehlich¹

O transplante das mudas foi realizado no dia 23 de novembro de 2012 em espaçamento de 1,2 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. Foi utilizado o híbrido Silvety por apresenta porte semi indeterminado, com fruto levemente achatado, cultivar de primavera-verão, com ciclo de 90 a 100 dias. Após duas semanas do transplante foi iniciada a aplicação dos tratamentos, sendo parceladas em aplicações semanais até a nona semana. As adubações foram realizadas em pequenas covas feitas próximo as plantas, sendo incorporado ao solo após a aplicação. A

irrigação foi feita por gotejamento, usando uma lamina de 2 mm diários por planta e os demais tratamentos culturais realizados segundo recomendações para a cultura.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, totalizando quarenta parcelas. Utilizou-se três fontes de nitrogênio (nitrato de cálcio, ureia e sulfato de amônio), três doses (140, 280 e 420 kg ha⁻¹ de N) e uma testemunha absoluta. Cada parcela correspondeu a quarenta e quatro plantas, dispostas em quatro linhas de onze plantas, sendo utilizadas como parcela útil somente as sete plantas das duas linhas centrais.

As adubações ocorreram de acordo com os resultados da análise do solo (Tabela 1) e as recomendações de Van Raij [17], utilizando 600 kg ha⁻¹ K na forma de cloreto de potássio, que foi parcelado e aplicado por semana e 600 Kg de P na forma de superfosfato simples que foi parcelado em 2 vezes e aplicado no sulco de plantio, a segunda parcela aos 20 dias após o transplântio (DAT) na formação da amontoa.

Foram analisados os parâmetros de crescimento e desenvolvimento das plantas como: taxa de crescimento relativo da planta e do diâmetro do caule, altura, diâmetro da haste principal, massa seca da parte aérea (MSPA) e o índice SPAD. A altura de planta medida a partir da inserção do colo até o ápice da planta, e o diâmetro da haste principal, determinado a partir da inserção do colo, foram aferidos 30 dias após o transplântio (DAT), prosseguindo-se em avaliações periódicas a cada 15 dias até 75 DAT. As leituras do índice SPAD foram coletadas nas plantas com 75 DAT, utilizando-se sempre a segunda folha mais nova totalmente expandida da planta. Logo após, foram coletadas plantas para determinação da massa seca da parte aérea, onde foram previamente identificadas e levadas para estufa de circulação forçada de ar, sob temperatura estável de 65 °C por 72 horas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, regressão polinomial, e médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software estatístico Sisvar® versão 5.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

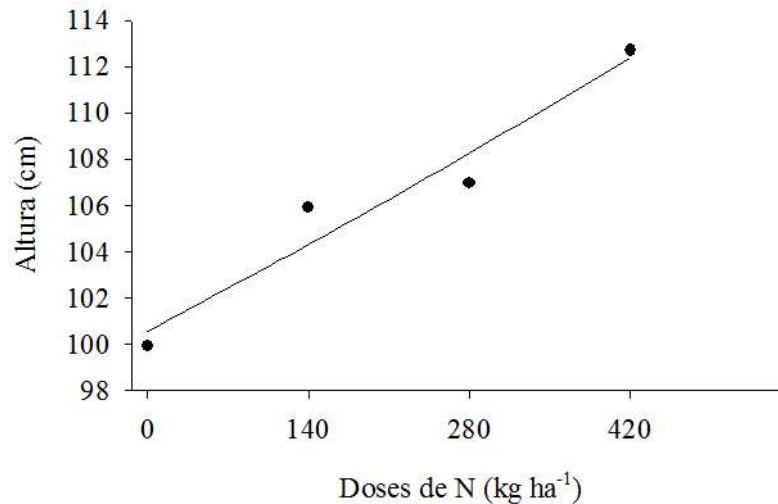
A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância, onde mostra a influência significativa somente das doses de N sobre a altura da planta. De acordo com a equação de regressão, pelo modelo linear apresentado na figura 1 para a variável altura de planta, foi observado que a medida que se aumentou as doses de nitrogênio ocorreu um aumento na altura da planta. Fayad et al. [5], estudando o crescimento e a produção do tomateiro cultivados sob condições de campo e de ambiente protegido, verificaram que a altura de planta aumentou até o final do ciclo atingindo seu valor máximo de 146 cm.

A altura é um parâmetro amplamente usado nos estudos de diversas espécies, pois são medidas de natureza não destrutiva, facilmente obtidas, especialmente nos estádios iniciais de crescimento e, via de regra, possui respostas diretas a aplicação de fertilizantes sobretudo o nitrogênio. Berova et al. [3] verificou maiores índices de crescimento (entre eles a altura) e produção de frutos quando submeteu a pimenteira ao tratamento com N orgânico.

Tabela 2. Resumo da análise de variância de altura, diâmetro da haste, MSPA e SPAD. Vitória da Conquista – BA, 2013.

FV	GL	Altura	Diâmetro da haste	MSPA	SPAD
Blocos	3	0,0158**	27,37**	118,00*	34,70*
Fontes	2	0,00230 ^{ns}	4,24 ^{ns}	67,87 ^{ns}	55,16*
Doses	3	0,0534**	10,35*	8416,87*	157,05*
F x D	6	0,0034 ^{ns}	1,77 ^{ns}	382,14*	1,97 ^{ns}
Erro	33	0,0019	3,22	41,22	12,15
CV (%)		2,22	15,72	4,38	6,43

* e ** = Significativo a 5 e 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ^{ns} = Não significativo pelo teste F a 5 % de probabilidade.



$$y = 1,927119 + 0,000379x \quad R^2 = 0,94$$

Figura 1. Altura do tomateiro híbrido Silvety aos 75 DAT em função de doses de N. Vitória da Conquista - BA, 2013.

A taxa de crescimento relativo apresentou decréscimos ao longo do ciclo da planta, independentemente das fontes e doses utilizadas. Foi verificado queda acentuada da taxa a partir dos 45 dias após o transplante (DAT), no entanto, durante as fases iniciais de desenvolvimento da planta observou-se aumento na taxa de crescimento relativo que se estendeu até os 45 DAT, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Taxa de crescimento relativo do tomateiro híbrido Silvety em função de fontes e doses de nitrogênio. Vitória da Conquista - BA, 2013..

Fontes	DAT	Doses (kg ha ⁻¹)			
		0	140	280	420
-----cm . cm ⁻¹ . dia ⁻¹ -----					
Nitrato de cálcio	15-30	0,036212	0,037148	0,038036	0,041611
	30-45	0,050000	0,050000	0,045868	0,046346
	45-60	0,012222	0,017624	0,015326	0,010956
	60-75	0,003683	0,004709	0,007920	0,010750
Ureia	15-30	0,045773	0,039780	0,040081	0,152073
	30-45	0,045388	0,049258	0,047199	0,170716
	45-60	0,011492	0,013196	0,015261	0,061720
	60-75	0,003417	0,006534	0,009999	0,045505
Sulfato de amônio	15-30	0,035438	0,038304	0,036852	0,047256
	30-45	0,051604	0,050689	0,042570	0,049760
	45-60	0,012372	0,011832	0,015431	0,014812
	60-75	0,002044	0,005961	0,007358	0,010497

Segundo Nieuwhof et al. [11], decréscimos nos valores da taxa de crescimento relativo, ao longo do ciclo, são comuns para a maioria das espécies, inclusive no tomateiro, estando relacionados aos decréscimos na taxa assimilatória líquida e na razão de área foliar. No entanto, a intensidade desse efeito sobre taxa varia entre genótipos de tomateiro.

Na Tabela 3 é possível verificar que as doses de nitrogênio tiveram efeitos significativos ($P < 0,05$) no diâmetro da haste. Na figura 2 observa-se desempenho linear para variável diâmetro da haste, onde as elevações das doses de N resultam em incrementos nesta variável estudada.

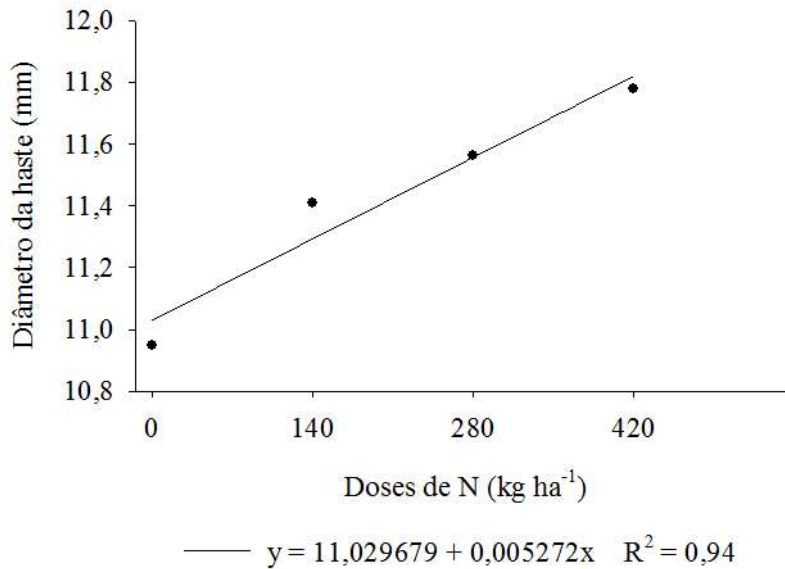


Figura 2. Desenvolvimento do diâmetro da haste do tomateiro híbrido Silvety aos 75 DAT em função de doses de N. Vitória da Conquista - BA, 2013.

O diâmetro da haste principal, assim como a altura, apresenta correlações positivas e significativas para a maioria das culturas, ambos os parâmetros são utilizados com frequência para avaliar respostas das plantas aos tratamentos culturais, podendo ser usadas para a avaliação do potencial de produção das plantas.

Apesar dos resultados significativos as doses aplicadas na avaliação do diâmetro da haste, observaram-se respostas expressivas até os 45 DAT, nas quais, nestes períodos, o diâmetro teve desenvolvimento abrupto com taxas de desenvolvimento de 0,071; 0,076; 0,077; 0,078 mm mm⁻¹ dia⁻¹ para as doses de 0, 140, 280 e 420 kg ha⁻¹ respectivamente, reduzindo sua resposta após este período com taxas de desenvolvimento de 0,018; 0,016; 0,025; 0,020 mm mm⁻¹ dia⁻¹ (0, 140, 280 e 420 kg ha⁻¹) aos 75 DAT. Vavrina et al. [18], trabalhando com produção de tomateiro em campo e em casa de vegetação, concluíram que o nitrogênio ajuda a promover o vigor inicial da planta, observado também no presente trabalho.

No diâmetro da haste também não foi verificada influência nas fontes e na interação entre os dois fatores, concordando com os resultados obtidos por Guertal e Kemble [9], que também não encontraram valores significativos, testando diferentes fontes de nitrogênio no crescimento e produção do tomateiro.

A Tabela 2 mostra que foi constatada interação entre as diferentes fontes e doses de nitrogênio ($P < 0,05$) na matéria seca da parte aérea. Para todas as fontes testadas o desempenho quadrático foi ajustado, exceto o nitrato de cálcio, sendo que houve incremento no acúmulo de biomassa das plantas nas diferentes fontes, de acordo com o aumento das doses fornecidas. Nota-se na Figura 3 que o nitrato de cálcio tem desempenho discreto sobre a planta, acumulando 132,8 g na dose de 140 kg ha⁻¹, mas apesar desse desempenho em doses menores, o acúmulo continua crescente e torna-se acentuado a partir do fornecimento da dose de 280 kg ha⁻¹.

O nitrato de cálcio na maior dose aplicada obteve um ganho em matéria seca de 8,63 e 12,18 g em relação ao sulfato de amônio e a uréia respectivamente, enquanto que comparando com as menores doses aplicadas de nitrato de cálcio obteve ganhos de matéria seca de 17,63 g em relação a dose de 280 kg ha⁻¹ de N, 35,27 g em relação a 140 kg ha⁻¹ de N e 52,90 g comparando com a testemunha.

Gweyi-Onyango et al. [10] relataram o papel do NO₃⁻ em plantas de tomate, além da função nutricional e na regulação osmótica celular, concluindo sobre a função fitohormonal e sua relação com a citocinina, regulando a expansão celular, aumentando a quantidade de solutos em seu interior; outros autores também dão suporte ao relato [13].

No entanto, as fontes amoniacais (sulfato de amônio e ureia) apresentaram acúmulo de massa acentuado na dose 140 kg ha⁻¹, correspondendo a um acúmulo de massa superior de 6,7 e 4,7% (Tabela 4) em relação ao nitrato de cálcio, na mesma dose estudada. Porém, a intensidade do acúmulo de massa seca com amônio tende a reduzir-se nas maiores doses aplicadas, tornando o acúmulo menor que o nitrato, resultados estes que corroboram com Woolhouse e Hardwick [19].

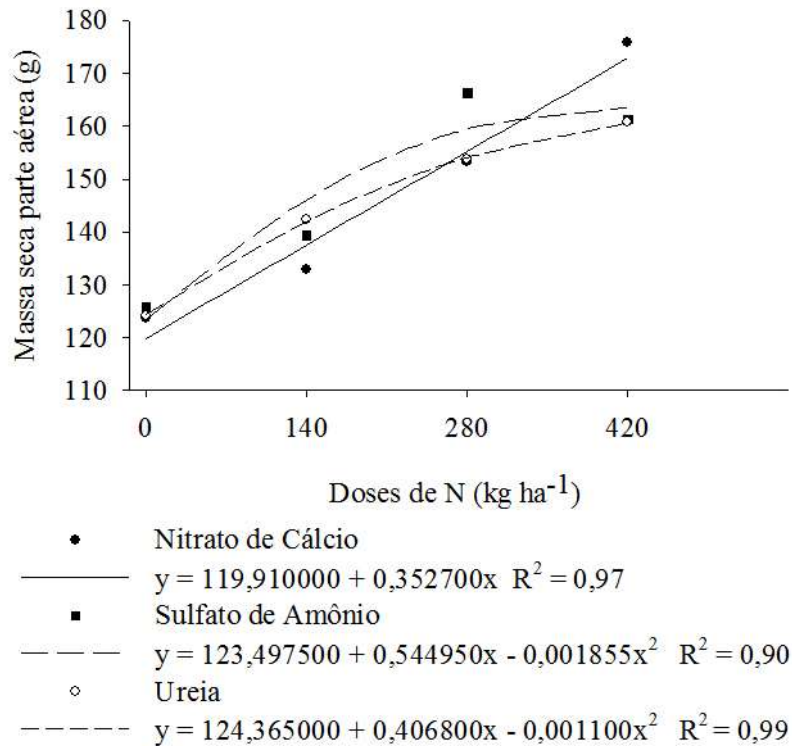


Figura 3. Massa seca de parte aérea do tomateiro híbrido Silvety aos 75 DAT em função de doses de N. Vitória da Conquista - BA, 2013.

Os resultados sugerem que aplicação de altas doses de nitrogênio amoniacal pode ter levado a doses tóxicas de NH₄⁺, diminuindo o crescimento da planta. Alterações químicas na planta, induzidas por exposição a NH₄⁺, podem causar depressão total do tecido, comparada com a de NO₃⁻, atrapalhando o fornecimento de cátions essenciais, tais como potássio, cálcio e magnésio [8; 4].

Tabela 4. Desdobramento da interação de massa seca da parte aérea do tomateiro sob diferentes fontes de nitrogênio. Vitória da Conquista – BA, 2013.

Doses (kg ha ⁻¹)	Massa seca parte aérea (g)		
	Ureia	N. de Cálcio	S. de Amônio
0	125,75 Ca	123,75 Da	124,25 Ca
140	139,35 Bab	132,80 Cb	142,30 Ba
280	166,20 Aa	153,15 Bb	153,70 Ab
420	161,25 Ab	175,75 Aa	160,75 Ab
CV (%)	4,38		

Média seguida das mesmas letras maiúsculas na coluna não difere entre si pelo teste Tukey a 5 %; médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

Os resultados da análise de variância apontam para diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação às diferentes doses e também com relação às fontes de nitrogênio utilizadas, sobre as leituras SPAD no limbo foliar, mas não mostra interação entre os diferentes fatores analisados. Para o fator dose, foi ajustado o desempenho linear positivo, como observado na Figura 4, no qual esses índices crescem constantemente, de acordo com o aumento das doses independentemente das fontes utilizadas.

Reis et al. [14] observou o aumento do índice SPAD de 57,32 para 58,92 quando se utilizou a adubação nitrogenada aos 43 DAT em tomateiro industrial. Ferreira et al. [6] obtiveram valores de 54 unidades SPAD em uma dose de 484 kg ha⁻¹, corroborando os resultados apresentados neste trabalho, no qual maiores índices foram observados nas doses de 420 kg ha⁻¹ com valor médio de 58,05 unidades SPAD, sendo este 14,30 % maior em relação à testemunha. A clorofila é o pigmento envolvido na fotossíntese e, correlações positivas entre teor relativo de clorofila (Índice SPAD) e os teores de nitrogênio da planta têm sido observadas por diversos autores em outras Solanáceas [20].

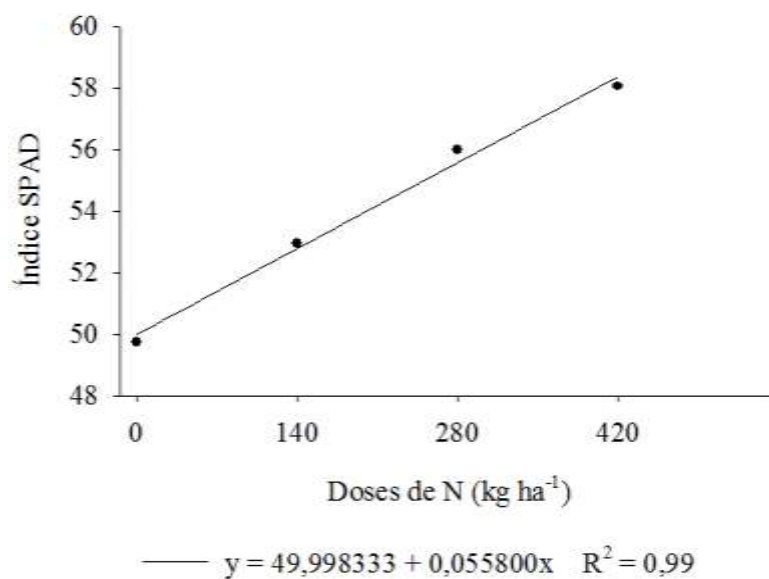


Figura 4. Índice SPAD aos 75 DAT em função de doses de N. Vitória da Conquista - BA, 2013.

Em relação às fontes de nitrogênio, o nitrato de cálcio apresentou desempenho superior em relação à ureia, como segue na Tabela 5. O nitrato de cálcio, embora não seja significativamente superior ao sulfato de amônio, pesquisas mostram que o NO₃⁻ apresenta maior efeito sobre esses índices, devido ao maior acúmulo de nutriente celular. Ge et al. [7], estudando o efeito de diferentes fontes no crescimento e desempenho fisiológico do tomateiro, observaram que o conteúdo de clorofila de plantas produzidas com NO₃⁻ foi superior ao com plantas produzidas com amônio, efeito também observado por Gweyi-Onyango et al. [9].

Tabela 5. Leituras SPAD em folhas de tomateiro híbrido Silvety adubado com diferentes fontes de nitrogênio. Vitória da Conquista - BA, 2013.

Fontes	SPAD
Nitrato de Cálcio	55,60 a
Sulfato de Amônio	54,87 ab
Ureia	52,08 b
CV (%)	6,43

Média seguida das mesmas letras não difere entre si pelo teste Tukey a 5%

3. CONCLUSÃO

O período crítico para o crescimento e desenvolvimento do tomateiro é compreendido até os 45 DAT, visto que a planta pode responder a doses iguais ou superiores a 420 kg ha⁻¹ de nitrogênio e que a fonte que melhor proporcionou desenvolvimento e acúmulo de massa seca foi a fonte nítrica NO₃⁻.

4. AGRADECIMENTOS

Ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e Universidade Estadual Sudoeste da Bahia pelo apoio ao projeto.

1. Andriolo JL, Ross TD, Witter M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. Cienc Rural, 2004; 34(5): 48-56.
2. Bar-Tal A, Aloni B. Effects of Fertigation Regime on Blossom End Rot of Vegetable Fruits. International Fertilizer Correspondent, [internet]. 2008 [acesso em 2013 jun 5]; 32: 130-45 Disponível em:<http://www.ipipotash.org/udocs/10_BarTal_et_al_Effects_of_Fertigation_Regime_on_Blossom_End_Rot_p130-145.pdf>.
3. Berova M, Karanatsidis G, Sapundzhieva K, Nikolova V. Effect of organic fertilization on growth and yield of peppers plants. Folia Hort. 2010; 22(1): 3-7.
4. Borgognone D, Colla G, Roupheal Y, Mariateresa C, Rea E, Schwarz D. Effect of nitrogen form and nutrient solution pH on growth and mineral composition of self-grafted and grafted tomatoes. Sci Hort. 2013; 149(1): 61-9.
5. Fayad JA, Fontes PCR, Cardoso AA, Finger LF, Ferreira FA. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. Hort Bras. 2001; 19(3): 232-7.
6. Ferreira MMM, Ferreira GB, Fontes PCR, Dantas JP. Índice spad e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. Rev Ceres. 2006; 53(305): 83-92.
7. Ge TD, Song SW, Chi MH, Huang DF, Iwasak K. Effects of nitrogen forms on carbon and nitrogen accumulation in tomato seedling. Agric Sci China. 2008; 7(11): 1308-17.
8. Gloser V, Gloser J. Nitrogen and base cation uptake in seedlings of *Acer pseudoplatanus* and *Calamagrostis villosa* exposed to an acidified environment. Plant Soil. 2000; 226: 71-7.
9. Guertal EA, Kemble JM. Response of field-grown tomatoes to nitrogen sources. Hort Techn. 1998; 8(3): 386-91.
10. Gweyi-Onyango JP, Neumann G, Roemheld V. Effects of different forms of nitrogen on relative growth rate and growth components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Afr J Hort Sci. 2009; 2: 43-55.
11. Nieuwhof M, Garretsen F, Van Oeveren JC. Growth analyses of tomato genotypes grown under low energy conditions. Neth J Agr Sci 1991; 39:191-6.
12. Rahayu YSP, Walch-Liu G, Neumann V, Römheld N, Wirén V, Bangerth F. Root-derived cytokinins as long-distance signals for NO₃⁻ induced stimulation of leaf growth. J Exp Bot. 2005; 56: 1143-52.
13. Ramos A, Bovi MLA, Folegatti MV, Diotto AV. Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira. Hort Bras. 2004; 22(4): 734-9.14. Reis JS, et al. Revista Agrotecnologia, Anápolis, v. 4, n. 2, p. 68 - 84, 2013
15. Ulissi V, Antonucci F, Benincasa P, Farneselli M, Tosti G, Guiducci M, Tei F, Costa C, Pallottino F. Nitrogen concentration estimation in tomato leaves by vis-nir non-destructive spectroscopy. Sensors. 2011; 11: 6411-24.16. Van Raij B, Cantarella H, Quaggio AJ, Furlani AMC. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC; 1996.
17. Vavrina CS, Hochmuth GJ, Cornell JA, Olson SM. Nitrogen fertilization of Florida-grown tomato plants: seasonal variation in greenhouse and field performance. Hortscience, 1998; 32: 251-4.18. Witte CP. Urea metabolism in plants. Plant Sci. 2011; 180: 431-8.
19. Woolhouse HW, Hardwick K. The growth of tomato seedlings in relation to the form of the nitrogen supply. New Phytol, 1966; 65(4): 518-25.
20. Zuffo AM, Andrade FR, Schossler TR, Milhomem DM, Piauilino AC. Eficiência na determinação indireta do nitrogênio foliar a partir do índice SPAD. Enc Bio, 2012; 8(15); 805-820.