

Teores de Nutrientes e Transferência de Nitrogênio no Tomate orgânico em Cultivo Intercalar com Adubo Verde e aplicação de Homeopatia

Levels of Nutrients and Nitrogen Transfer in Organic Tomato in intercropped with Green Manure and Homeopathy Application

AMBROSANO, Edmilson José¹; ROSSI, Fabricio²; SALGADO, Gabriela Cristina³; OTSUK, Ivani Pozar⁵; TRIVELIN, Paulo Cesar Ocheuze⁶.

¹APTA, Polo Centro Sul, Piracicaba, SP, ambrosano@apta.sp.gov.br; ²Universidade de São Paulo, FZEA, Pirassununga, SP, fabricio.rossi@usp.br; ³Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, SP, salgado.gc@gmail.com; ⁵Instituto de Zootecnia, APTA, Nova Odessa, SP Ivani@iz.sp.gov.br; ⁶Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP, Piracicaba, SP pcotrive@cena.usp.br.

Resumo: O nitrogênio é um macronutriente importante para a cultura do tomate. O objetivo do trabalho foi avaliar o estado nutricional do tomateiro e a transferência de nitrogênio dentro de um sistema de plantio com adubo verde intercalar ao tomate e sob a influência da homeopatia. O experimento foi realizado no sítio Small Farm, propriedade orgânica no município de Piracicaba-SP em 2009/2010. A cultivar de tomate utilizada foi a Saladete DRW 3410. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2 sendo o primeiro fator composto pelos adubos verdes: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), feijão-mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) e crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) cultivar IAC-1; e o segundo fator composto pelo preparado homeopático *Phosphorus* na CH100 e o álcool 70% (testemunha sem homeopatia), com três repetições. Os resultados mostraram que em média 21,15% do nitrogênio presente nas folhas do tomate vieram transferidos dos adubos verdes, entretanto não houve diferenças entre os tratamentos. A homeopatia e os adubos verdes não influenciaram a característica química do tomate neste trabalho. Não se observou influência do preparado homeopático no estado nutricional do tomateiro e na dinâmica do nitrogênio.

Palavras-chave: *Lycopersicum esculentum*, leguminosas, Abundância natural de ¹⁵N, nutrientes.

Abstract: The nitrogen is an important macronutrient for the tomato crop. The objective was to evaluate the nutritional status of tomato and nitrogen transfer within a planting system with green manure intercropped with tomatoes and under the influence of homeopathy. The experiment was conducted at the site Small Farm, organic farm in the city of Piracicaba-SP on 2009/2010. The tomato cultivar used was Saladete DRW 3410. The experimental design was randomized blocks in a 4x2 being the first factor composed of green manures: *Jack bean* (*Canavalia ensiformis* L.), mung beans (*Vigna radiata* L. Wilczek), sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) IAC-1, and a control without green manure and the second factor consists of the homeopathic preparation: *Phosphorus* in CH100 and alcohol 70% (without homeopathy control), with tree replications. The results showed that on average 21,15 % of this nitrogen in tomato leaves came transferred from green manures, however there were no differences between treatments. Homeopathy and green manures did not influence the

chemical characteristic of the tomato in this work. There was no influence of homeopathic preparation in the nutritional status of tomato and nitrogen dynamics.

Keywords: *Lycopersicum esculentum*, legumes, Natural abundance of ^{15}N , Nutrients.

Introdução

O nitrogênio (N), em termos de quantidade, é o nutriente mais importante a ser fornecido para a planta e muitas vezes também é o fator limitante para produção dos vegetais (FINCKH & TAMM, 2015). O N está presente na estrutura de diversos compostos como os aminoácidos, ácidos nucleicos, além disso, este nutriente favorece o desenvolvimento foliar, aumento da fotossíntese e consequentemente, maior produtividade (BASTOS, et al., 2013; FINCKH; TAMM, 2015).

Na cultura do tomate o N é o segundo nutriente extraído em quantidade, ficando atrás apenas do potássio (FAYAD et al., 2002; PRADO et al., 2011). De acordo com Bugarín-Montoya et al. (2011) que avaliou a extração de N entre diferentes espécies de hortaliças, verificou que o tomate e pimentão acumularam maior quantidade de N por planta na biomassa total, 15,6 e 8,4 g planta⁻¹ respectivamente, que o pepino, couve chinesa e rabanete, mostrando a importância desse macronutriente para a cultura do tomate.

Segundo Shearer e Kohl (1988) a melhor fonte de nitrogênio para a biosfera de todo o mundo é o nitrogênio atmosférico (N₂), e este nitrogênio sofre diversas transformações ao longo de muitos anos repetidamente, e antes de ser devolvido a atmosfera é incorporado em sedimentos. Dentre as formas de incorporar N₂ ao solo, ou menos torna-lo disponível para as plantas está a fixação biológica de nitrogênio (FBN). A FBN pode ser realizada por bactérias do gênero *Rhizobium* que se associam simbioticamente com plantas da família Fabaceae (leguminosas) criando nódulos em suas raízes (Smil, 1997). Muitas dessas leguminosas também conhecidas como adubos verdes, são utilizadas na prática da adubação verde como fontes de nutrientes, principalmente o N (AMBROSANO et. al., 2013).

Entretanto, muitos estudos ainda estão sendo realizados para determinar o real aproveitamento do N proveniente da FBN dos adubos verdes pela cultura comercial, seja cultivado em consórcio ou em sucessão aos adubos verdes. Segundo Ambrosano, et al. (2009), 41,6 % do N da parte aérea do milho 100 dias após a emergência foi proveniente dos adubos verdes mucuna-preta e crotalária júncea, que foram incorporados ao solo anteriormente a plantio da cultura em vaso e em casa de vegetação.

A estimativa da quantidade de N transferido dos adubos verdes para a cultura comercial é possível através da técnica de isótopos estáveis. Dentro desta técnica, tem-se o método de abundância natural de nitrogênio-15 ($\delta^{15}\text{N}\text{‰}$) que estima a

fração de contribuição da fixação biológica de nitrogênio para um sistema em que ocorre a fixação do nitrogênio, e é baseado na mensuração da diferença da abundância ^{15}N entre o nitrogênio atmosférico e outras fontes de N (SHEARES & KOHL, 1988).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de nutrientes no tomateiro e a transferência do nitrogênio dentro de um sistema de plantio intercalar com tomate e adubo verde através do método abundância natural do ^{15}N .

Metodologia

O experimento foi realizado em uma propriedade orgânica, sítio Small Farm, situada no município de Piracicaba-SP, em 2009 em estufa modelo tipo arco, com 25 m de comprimento e 6,40m de largura. O delineamento experimento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, sendo primeiro fator composto pelos adubos verdes e o segundo composto pelos preparados homeopáticos, com três repetições. Os adubos verdes utilizados foram: feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), feijão mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) e crotalária júncea (*Crotalaria juncea* L.). O preparado homeopático foi o *Phosphorus* CH100. O álcool 70% foi utilizado como testemunha por ser o veículo utilizado no preparo do *Phosphorus*.

A cultivar de tomateiro utilizada foi a Saladete DRW 3410, no espaçamento 0,90 m entre linhas e 0,60m entre plantas, totalizando 10 plantas por parcela, conduzidas em haste dupla com seis racemos. Intercalar ao tomateiro foi cultivado duas linhas de adubos verdes espaçadas a 0,30 m entre si. As densidades de semente dos adubos verdes por metro linear foram: feijão-de-porco, 10 sementes; feijão-mungo, 20 sementes e crotalária-júncea, 25 sementes. Os tratamentos homeopáticos foram aplicados diluindo-se 0,5 mL do preparado homeopático por litro de água, sendo aplicados 250 mL por parcela no solo. Foram realizadas três aplicações da homeopatia, semanalmente, com início após uma semana do transplante do tomateiro.

Na caracterização química inicial do solo da área foram observados os seguintes resultados: MO = 47 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 6,5; P = 800 mg dm⁻³; K = 7,4 mmolc dm⁻³; Ca = 248 mmolc dm⁻³; Mg = 46 mmolc dm⁻³; H + Al = 16 mmolc dm⁻³; CTC = 317,4 mmolc dm⁻³; V = 95%; S = 66 mg dm⁻³; B = 0,67 mg dm⁻³; Cu = 2,4 mg dm⁻³; Fe = 48 mg dm⁻³; Mn = 13,0 mg dm⁻³; Zn = 24,0 mg dm⁻³.

Foram coletadas trinta folhas de tomate das parcelas em que foram avaliadas as produtividades após o aparecimento do primeiro fruto maduro, identificadas e levadas para a estufa elétrica com circulação de ar forçado, a 65°C, por 72 horas, para determinação da massa seca. Posteriormente, essas amostras foram moídas no moinho de facas tipo Welley, com peneira mash 10 e levadas ao Laboratório de

Isótopos Estáveis do CENA/USP, onde foram pesadas em balança de precisão (quatro casas decimais) para determinar os teores de N total e da abundância de ^{15}N ($\delta\text{‰}$), tendo como padrão internacional o ar atmosférico em espectrômetro de massas Europa Sc. Anca-SL (Trivelin et al, 1973) do Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura interfaceado com um analisador elementar para N, conforme método descrito em Barrie & Prosser (1996). Uma vez determinado o delta, calculou-se a % de N transferido dos adubos verdes pela fórmula (adaptada de WEAVER, R. W. 1988):

$$\%N_{\text{transferido}} = 100. \left[\frac{\delta^{15}\text{N}_{\text{padrão}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{consórcio}}}{\delta^{15}\text{N}_{\text{padrão}}} \right]$$

Sendo, como referência de plantas não fixadoras de N_2 ($\delta^{15}\text{N}$ padrão), foram utilizados o próprio tomate conduzido fora do alcance das leguminosas (folha $\delta\text{‰}$ 12,361), a cana-de-açúcar (folha $\delta\text{‰}$ 10,360), o amaranthus (*Amaranthus viridis* L. planta toda $\delta\text{‰}$ 10,790). Todas as plantas referências foram cultivadas no mesmo solo que o do experimento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as comparações de médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, após a análise exploratória dos dados e a constatação de que os mesmos atendem as pressuposições de uma análise paramétrica.

Resultados e discussões

O método de abundância natural de nitrogênio-15 permite estimar a porcentagem do N do tomate que foi proveniente do adubo verde cultivados em consórcio. Não houve diferença estatística entre os tratamentos na % N total, delta ^{15}N e na % do N transferido (Tabela 1). Contudo, a testemunha, onde não houve a presença de adubos verdes durante o ciclo do tomate, teve um delta ($\delta^{15}\text{N}$ (‰)) semelhante aos tratamentos consorciados. A influência dos adubos verdes sobre a testemunha, ou seja, a transferência de N dos adubos verdes para a testemunha pode ter ocorrido devido à proximidade das parcelas na estufa.

Segundo Paula et al. (2015), que marcaram plantas de *Acacia mangium* com ^{15}N para verificar a transferência do N desta árvore dentro de uma plantação de *Eucalyptus grandis*, verificaram que o ^{15}N foi encontrado a mais de 6 metros de distância da acácia marcada, indicando que o nitrogênio proveniente da FBN das plantas leguminosas pode difundir-se pelas raízes ou até mesmo utilizar das micorrizas para chegar até outras plantas não fixadoras. Neste experimento as

raízes dos adubos verdes apresentaram em média, 53,53% de infecção de micorriza, mostrando que havia atividade micorrízica neste solo (AMBROSANO, et al., 2014).

Em média, 21,15% do N encontrado nas folhas dos tomates foram provenientes dos adubos verdes (Tabela 1). Segundo Dias et al. (2007), a transferência máxima de N das leguminosas (*Dalbergia nigra*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium*) para a gramínea foi em média 30.63% o equivalente a 15,63 kg ha⁻¹ de N a distância de metade da copa. Em estudo realizado com repolho com palhada marcada de Feijão-de-porco, Mucuna-cinza e Sorgo enriquecido com 15-N, verificou-se que 13,42 e 19.79 kg ha⁻¹ do N do feijão-de-porco e da mucuna-cinza, respectivamente, foi recuperado no repolho (Araújo et al., 2011). Mostrando a importância do adubo verde como fonte de N na agricultura.

O nitrogênio total presente nas folhas de tomate foram em média, de 4,79% o equivalente a 47,9 g kg⁻¹ de nitrogênio (Tabela 1). De acordo com Trani et al. (2015), o teor adequado de N para as folhas de tomateiro é de 40 a 60 g kg⁻¹, desse modo o adubo verde intercalar foi suficiente para suprir a demanda de nitrogênio do tomate.

Tabela 1- Nitrogênio total (N total), abundância natural de 15-N (Delta ¹⁵N), Nitrogênio transferido para a folha de tomate (N transferido) *para o híbrido de tomate Saladete DRW 3410, Piracicaba, 2009/2010.*

Tratamentos	N Total			Delta ¹⁵ N			N transferido *		
	Phosphorus C100	Alcool 70%	Média	Phosphorus C100	Alcool 70%	Média	Phosphorus C100	Alcool 70%	Média
Crotalaria-júnea	4,75	4,80	4,78 A	9,65	8,45	9,05 A	16,25	26,66	21,46 A
Feijão-de-porco	4,82	4,66	4,74 A	8,82	9,86	9,34 A	23,42	14,40	18,91 A
Feijão-mungo	4,62	4,92	4,77 A	9,60	8,79	9,20 A	16,69	23,65	20,17 A
Testemunha	4,96	5,05	5,00 A	8,85	8,66	8,75 A	23,21	24,87	24,04 A
Médias	4,79 a	4,79 a		9,23 a	8,94 a		19,89 a	22,40 a	
C.V. (%)	5,66			8,43			23,98 **		

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, não diferem entre si, pelos testes de Tukey e F, respectivamente (p>0,05).

*Estatística referente aos dados transformados para log (x); ** Coeficiente de Variação referente aos dados transformados.

O potássio (K) é o macronutriente acumulado em maior quantidade na cultura do tomate (FAYAD, et al., 2002; PRADO et al., 2011; BASTOS, et al., 2013). Neste trabalho os teores de K em média, foi de 38,31 g kg⁻¹, sendo equivalente ao encontrado por Zuba, et al. (2011) de 39 g kg⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2- Teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), zinco (Zn) presentes nas folhas de tomate *para o híbrido de tomate Saladete DRW 3410, Piracicaba, 2009/2010.*

K				P		
				g kg ⁻¹		
Tratamentos	Phosphorus C100	Álcool 70%	Média	Phosphorus C100	Álcool 70%	Média
Crotalária-júncea	40,84	36,05	38,45 A	5,68	4,78	5,23A
Feijão-de-porco	38,28	34,34	36,31 A	6,46	6,22	6,34 A
Feijão-mungo	37,35	39,47	38,41 A	4,49	5,28	4,88 A
Testemunha	36,91	43,24	40,07 A	5,87	7,26	6,56 A
Médias	38,34 a	38,28 a	38,45 A	5,62 a	5,89 a	5,23A
C.V. (%)	12,52			19,77		

Ca				Mg		
				g kg ⁻¹		
Crotalária-júncea	34,74	29,25	31,99 A	8,33	8,79	8,56 A
Feijão-de-porco	30,92	38,44	34,68 A	9,43	9,07	9,25 A
Feijão-mungo	30,70	30,57	30,63 A	9,31	9,08	9,19 A
Testemunha	29,87	27,24	28,55 A	8,95	8,55	8,75 A
Médias	31,55 a	31,37a		9,00 a	8,87 a	
C.V. (%)	18,07			11,05		

Mn				Zn		
				mg kg ⁻¹		
Crotalária-júncea	43,38	36,26	39,82 A	34,89	35,29	35,09 A
Feijão-de-porco	48,54	50,97	49,75 A	36,40	35,64	36,02 A
Feijão-mungo	42,31	36,58	39,44 A	33,43	35,41	34,42 A
Testemunha	45,85	40,71	43,28 A	37,33	35,23	36,28 A
Médias	45,02 a	41,13 a		35,51 a	35,39 a	
C.V. (%)	5,95			10,35		

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, não diferem entre si, pelos testes de Tukey e F, respectivamente (p>0,05).

Os demais nutrientes fósforo (P) cálcio (Ca) e magnésio (Mg), manganês (Mn), zinco (Zn) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, contudo obtiveram em média teores de 5,76 g kg⁻¹; 31,42 g kg⁻¹; 8,94 g kg⁻¹; 43,08 mg kg⁻¹; 35,45 mg kg⁻¹, respectivamente, considerados adequados para esta cultura (TRANI, et al., 2015) (Tabela 2).

Os micronutrientes, cobre (Cu), ferro (Fe), obtiveram em média teores de 51,80 mg kg⁻¹; 304,13 mg kg⁻¹ valores superiores aos considerados adequados para esta

cultura 8-15 mg kg⁻¹; 100-300 mg kg⁻¹, respectivamente. (TRANI, et al., 2015) (Tabela 3).

Neste trabalho, houve indício de que os tratamentos com homeopatia alteraram os atributos do solo principalmente em relação ao Ca, P e Mg que tiveram seus teores elevados no tratamento com feijão-mungo (AMBROSANO, et al, 2014). O tratamento com homeopatia na média do teor de Cu da folha de tomate foi numericamente superior à média do tratamento sem homeopatia, contudo estatisticamente não houve influência da homeopatia nos teores de nutrientes (Tabela 3).

Tabela 3- Teores de cobre (Cu) e ferro (Fe) presentes nas folhas de tomate *para o híbrido de tomate Saladete DRW 3410, Piracicaba, 2009/2010.*

Tratamentos	Cu*			Fe*		
	Phosphorus C100	Álcool 70%	Média	Phosphorus C100	Álcool 70%	Média
Crotalaria-júncea	73,82	38,07	56,44 A	281,33	333,52	307,43 A
Feijão-de-porco	42,23	65,42	53,82 A	275,73	426,77	351,25 A
Feijão-mungo	80,91	37,27	59,09 A	263,70	265,59	264,65 A
Testemunha	44,48	31,19	37,83 A	298,87	287,52	293,19 A
Médias	60,36 a	43,23 a		279,91 a	328,35a	
C.V. (%)	12,16 **			3,75 **		

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, não diferem entre si, pelos testes de Tukey e F, respectivamente (p>0,05).

*Estatística referente aos dados transformados para log (x); ** Coeficiente de Variação referente aos dados transformados.

Considerando que os teores de nutrientes estiveram dentro dos níveis considerados adequados para a cultura do tomate, pode-se dizer que o consórcio não prejudicou o estado nutricional do tomateiro. Segundo Ambrosano, et al. (2014) o cultivo intercalar do tomate com adubos verdes não prejudicou a produtividade do tomate, pois não houve diferença estatística no número e peso de frutos comerciáveis entre os tratamentos consorciados e a testemunha, que em média obtiveram 17,63 frutos planta⁻¹ e 1125 g planta⁻¹, respectivamente.

Conclusões

Os resultados mostraram que em média 21,15% do nitrogênio presente nas folhas do tomate vieram transferidos dos adubos verdes.

A homeopatia e os adubos verdes não influenciaram a característica química do tomate neste trabalho.

Não se observou influência do preparado homeopático no estado nutricional do tomateiro e na dinâmica do nitrogênio.

Agradecimentos

Ao sítio Small Farm (da proprietária Lucy Scaglia Galina), ao CNPq pelo financiamento do projeto (Edital 043/2009) e Bolsa Produtividade do primeiro e ultimo autor.

Referências bibliográficas

AMBROSANO, E. J. et al. Desempenho do Tomateiro e Qualidade dos Frutos em Cultivo Intercalar com Adubos Verdes e Aplicação de Homeopatia. **Cadernos de Agroecologia**. v. 9, n. 4, nov. 2014.

AMBROSANO, E. J.; FOLTRAN, D. E.; CAMARGO S. M.; ROSSI, F. ; SCHAMMASS, E. A. ; SILVA E.C. ; AMBROSANO, G. M. B. ; DIAS FLF. Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana planta, **Revista Brasileira de Agroecologia**, v, 8, p, 199-209, 2013.

AMBROSANO, E. J. et al. Nitrogen supply to corn from sunn hemp and velvet bean green manures. **Science Agricola**. V. 66, n. 3, p. 386-394, may/june. 2009.

ARAÚJO, E. de S. et al. Recuperação no sistema solo-planta de nitrogênio derivado da adubação verde aplicada a cultura do repolho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 46, n. 7, p. 729-735, jul. 2011.

BASTOS, A. R. R. et al. Nutrição mineral e adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2ed. Lavras: Editora Universidade de Lavras, 2013, p.131-180.

DIAS, P. F. et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consorcio. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 352-356, 2007.

FAYAD, J. A. et al. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condição de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, março 2002.



FINCKH, M. R. ; TAMM, L. Organic management and airborne diseases. In: FINCKH, M. R. ; BRUGGEN, A. H. C. van ; TAMM, L. **Plant diseases and their management in organic agriculture**. 1 ed. APS Press, 2015.

PAULA, R. R. et al. Evidence of short-term belowground transfer of nitrogen from *Acacia mangium* to *Eucalyptus grandis* trees in a tropical planted forest. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 91, n. 4, 2015, P.99–108

PRADO, R. de M. et al. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Ciências Agrárias**. Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan./marc. 2011.

SHEARER, G. ; KOHL, D. H. Natural ^{15}N abundance as a method of estimating the contribution of biologically fixed nitrogen to N_2 -fixing systems: Potential for non-legumes. **Plant and Soil**. v.110, n. 317-327, 1988.

SMIL, V. Global population and the nitrogen cycle. **Scientific American**. July, 1997.

TRANI, P. E. **Calagem e Adubação do tomate de mesa**. Campinas: Instituto Agrônomo. Campinas, SP. 35p. (Boletim 215) 2015.

TRIVELIN, P. C. O.; SALATI, E.; MATSUI, E. **Preparo de amostras para análise de ^{15}N por espectrometria de massas**. Piracicaba, CENA, 41p. (Boletim técnico, 2) 1973.

ZUBA, S. N. et al. Yield and nutrition of tomato using different nutrient sources. **Horticultura brasileira**. Brasília, v. 29, n. 1, p. 50-56, 2011.

WEARER, R. W. Isotope dilution as a method for measuring nitrogen transfer from forage legumes to grasses. In: BECK, D. P. ; MATERON, L. A. **Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture**. 1 Ed. Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers, 1988.