



Impacto do Consórcio do Tomate com Adubos Verdes em Sistema de Plantio Direto nas Características Químicas do Solo em três Ciclos ⁽¹⁾.

Gabriela Cristina Salgado⁽²⁾; Guilherme Bovi Ambrosano⁽³⁾; Fábio Luis Ferreira Dias⁽⁴⁾; Fabricio Rossi⁽⁵⁾; Silvio Tavares⁽⁶⁾; Edmilson José Ambrosano⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (processo 2014/22602-5).

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São Carlos; Araras, SP; salgado.gc@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante; Universidade de São Paulo; Piracicaba, SP; guilherme.ambrosano@usp.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio; Piracicaba, SP; fabio@apta.sp.gov.br; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade de São Paulo; Pirassununga, SP; fabricio.rossi@usp.br; ⁽⁶⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio; Piracicaba, SP; stavares@apta.sp.gov.br; ⁽⁷⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio; Piracicaba, SP; ambrosano@apta.sp.gov.br.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o impacto do cultivo intercalar do tomate com adubos verdes (fabaceae) em sistema de plantio direto sobre a palha de milho nas características químicas do solo durante três ciclos. Cultivou-se adubo verde intercalar ao tomate-cereja e em seguida o milho sob o delineamento experimental de blocos casualizados com oito tratamentos (feijão-de-porco, crotalaria-júncea, mucuna-anã, feijão-mungo, tremoço-branco, feijão-caupi, além de duas testemunhas; uma sem e outra com a presença da palha de milho) e cinco repetições. Foram avaliadas as características químicas do solo como o pH, M.O., H + Al, C.T.C., B, Cu, Fe e Mn. Em relação as característica pH, C.T.C. e H+Al sofreram impacto negativo no ciclo em que cultivou-se adubos verdes intercalar ao tomate-cereja. Em relação aos micronutrientes, a presença de adubo verde manteve estável o teor de B e aumentou os teores de Cu. Contudo, o Fe teve seu teor reduzido ao longo dos ciclos e o manganês aumentou seus teores somente no segundo ciclo.

Termos de indexação: Adubação verde, Consórcio, Fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

O manejo inadequado do solo pode trazer, com os cultivos, sérias consequências, exaurindo-o de suas reservas orgânicas e minerais, transformando-o em terras de baixa fertilidade. Nos solos tropicais, susceptíveis a esse fenômeno, torna-se necessário o emprego constante de práticas que visam minimizar esse problema (Mello & Brasil Sobrinho, 1960).

Estudos recentes têm demonstrado que sistemas de produção baseados em rotação de culturas, plantio direto, consórcios e integração lavoura-pecuária, possuem vantagens quando comparados aos cultivos solteiros ou em monoculturas. Essas práticas culturais aumentam a biodiversidade, no

tempo e no espaço, e acarretam menor ataque de pragas e doenças; menor infestação por espécies consideradas daninhas (plantas espontâneas); melhor cobertura do solo, com conseqüente proteção contra erosão; maior utilização da energia radiante na forma de fotossíntese; e melhor aproveitamento da água e dos nutrientes que estão sendo reciclados e capturados por diferentes tipos de arquiteturas de raiz. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o impacto do cultivo intercalar do tomate-cereja com adubos verdes (fabaceae) em sistema de plantio direto sobre a palha de milho nas características químicas do solo durante três ciclos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de campo foram conduzidos no Pólo Regional do Desenvolvimento dos Agronegócios do Centro-Sul (APTA).

A área agroecológica do Pólo Centro-Sul situa-se no município de Piracicaba - SP, com altitude de 540 m, latitude de 22°43'S e longitude 47°38'W, apresentando chuvas de verão, inverno seco, temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a temperatura do mês mais frio 16,9°C. A precipitação média anual é de 1253 mm, umidade relativa do ar de 74% e insolação média mensal de 201,5 horas/mês. O trabalho foi realizado em solo classificado como Nitossolo vermelho.

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com oito tratamentos (feijão-de-porco, crotalaria-júncea, mucuna-anã, feijão-mungo, tremoço-branco, feijão-caupi, além de duas testemunhas; uma sem e outra com a palha de milho) e cinco repetições. Primeiramente, em dezembro de 2010, efetuou-se uma fosfatagem e adubação mineral e orgânica em área total, a lanço, e por metro quadrado constou de: 31 gramas de termofosfato e 10 gramas de sulfato de potássio, e



25 t ha⁻¹ de composto orgânico (Ecosolo), com teores de: 50 g kg⁻¹ MO; 1,5 g kg⁻¹ N; 0,80 g kg⁻¹ P₂O₅ (ácido cítrico); 1,2 g kg⁻¹ K₂O; 3,1 g kg⁻¹ Ca; 0,6 g kg⁻¹ Mg; 0,6 g kg⁻¹ S.

Foi cultivado o milho variedade Cati-Verde 2, semeado em janeiro de 2011.

Após a colheita do milho verde o material vegetal remanescente foi triturado e deixado sobre a superfície do solo, proporcionando a cobertura de 6 t ha⁻¹ de massa seca. As fabáceas adubos verdes foram semeadas sobre a palhada desse milho em semeadura direta em abril de 2011. Nas parcelas testemunha, sem ou com palha de milho, foi cultivado tomate-cereja, sendo conduzidos com duas hastas até a produção de frutos durante dois ciclos, sendo o solo colhido após cada ciclo. No terceiro ciclo não houve o plantio dos adubos verdes intercalar ao tomate, somente o milho foi semeado nesse terceiro ciclo, sendo o solo colhido após esse cultivo.

As mudas de tomate cereja foram transplantadas em abril de 2011 em berços abertos manualmente com auxílio de cavadeiras. A adubação, efetuada no berço, constou de 25 gramas de termofostato (yoorin master®) ou 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 2,5 gramas de sulfato de potássio ou 25 kg ha⁻¹ de K₂O. A mesma foi aplicada no ciclo seguinte.

Os adubos verdes e as testemunhas receberam irrigações periódicas por gotejamento, sendo o milho conduzido sem irrigação.

Foram coletadas amostras de solo coletadas em cinco pontos da parcela, nas camadas de 0 a 10 m, 10 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, antes da semeadura dos adubos verdes e no final do experimento e armazenadas em câmara fria para posterior análise de: pH, M.O., H + Al, C.T.C., B, Cu, Fe e Mn, segundo metodologia descrita em Raji et al. (2001).

Análise estatística

Após análise exploratória dos dados foi aplicada a metodologia de modelos mistos para medidas repetidas pelo procedimento PROC MIXED do programa SAS. As comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Tukey-Kramer considerando o nível de significância de 10%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo sucessivo na agricultura pode modificar as características químicas do solo no espaço e no tempo. Neste experimento o cultivo de tomate consorciado com o adubo verde não alterou significadamente, as características de pH, M.O., H + Al, C.T.C., B, Cu, Fe e Mn entre os tratamentos independente do ano. Contudo, algumas

características apresentaram diferença estatística entre os anos.

No quesito pH, houve interação entre os anos e os tratamentos (**Tabela 1**). Os tratamentos testemunhas sem ou com palhada de milho apresentaram o mesmo padrão nos três anos, ou seja, a palhada não interferiu na acidez do solo nem tão pouco o cultivo do tomate. Observou-se um aumento no pH no segundo ciclo, em que foi cultivado o adubo verde intercalar ao tomate, e houve uma queda no terceiro em que somente se cultivou o milho. Pode ser um indicativo que o consórcio interferiu no pH do solo.

Em relação à matéria orgânica do solo (M.O.) observou-se uma queda com o cultivo e os adubos verdes não incorporaram M.O. nesse sistema de consórcio. Contudo a Capacidade de Troca de Cátion (C.T.C.) apresentou um comportamento mais estável e seu efeito foi sentido até o terceiro ciclo, coincidentemente, no ano somente houve o plantio de milho. (**Tabela 2**). Enquanto o H+Al, houve diminuição ao longo do cultivo consorciado e um aumento considerável quando somente cultivado milho.

Observa-se que a utilização de práticas agrônômicas alterou os aspectos químicos do solo mantendo e/ou aumentando a fertilidade do solo, como citado por Ambrosando et al. (2005) está prática causa alterações químicas, físicas e biológicas no solo beneficiando a cultura subsequente.

Os adubos verdes podem beneficiar o aumento de macro e micronutrientes no sistema quando deixando seus restos vegetais em superfície ou incorporados ao solo. Observa-se na **Tabela 3 e 4** que os adubos verdes aportam quantidades significativas dos micronutrientes no solo, em especial o B e o Cu, que aumentaram seus teores ao longo dos anos, mesmo sem a presença do adubo verde no terceiro ano.

O ferro teve uma redução significativa ao longo dos ciclos de cultivos, isso pode ser explicado devido à extração desse nutriente pelo tomate e milho cultivado em sucessão. Entretanto, o Mn teve um aumento do seu teor no solo no segundo ciclo de cultivo, entretanto uma nova queda no terceiro ano de cultivo, o que pode ser devido ausência de adubo verde.

A presença de adubos verdes no sistema não foi suficiente para manter altos os teores de Fe e Mn no solo, já que as plantas de milho e tomate exigem destes nutrientes em maiores quantidade do que o B e Cu (COELHO, 2006 ; SILVA et. al., 2006).

Observa-se que os adubos verdes alteram as características químicas do solo de forma positiva utilizando-os em sistema de consórcios mantendo seus restos vegetais em superfície.



CONCLUSÕES

As características do solo como pH, C.T.C. e H+Al, sofreram impacto negativo no ciclo em que cultivou-se apenas milho, ou seja na ausência de adubos verdes.

O consórcio com os adubos verdes alterou positivamente as características químicas do solo, entretanto não foi suficiente para manter altos os níveis de fertilidade do solo.

Necessária adubação complementar para o tomate e o milho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESP (bolsa IC 2014/22602-5 e auxílio pesquisa 2011/05648-3), ao CNPq pela bolsa de produtividade do ultimo autor, aos técnicos de apoio e laboratório, a Pirai sementes.

REFERÊNCIAS

AMBROSADO, E. J. ; TIVELIN, P. C. O. ; CANTARELLA, H. et al. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugercane. *Scientia Agricola*, v.62, p.534-542, 2005.

COELHO, A. M. *Nutrição e Adubação do Milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, dez. 2006. Disponível em:

<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_78.pdf>. Acesso em: 4 de jun. 2015.

MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Efeitos da incorporação de resíduos de mucuna-preta, *Crotalaria juncea* L. e feijão baiano. I. Influência sobre a produção de arroz. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.35(1), p.33-40, 1960.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

SILVA, J. B. C. da ; GIORDANO, L. de B. ; FURUMOTO, O. et al. *Cultivo de tomate para industrialização*. Embrapa Hortaliças. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHT/ML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/adubacao.htm>. Acesso em: jun. 2015.



Tabela 1- Acidez (pH) e matéria orgânica (M.O.) do solo cultivado com adubo verde intercalar ao tomate em rotação com o milho em sistema de plantio direto.

Tratamentos	pH				M.O.			
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *
	CaCl ₂ (0,01 mol L ⁻¹)				g kg ⁻¹			
Testemunha sem palha de milho	5,74 B	6,34 A	5,93 B	6,00 a	29,30	25,90	21,55	25,59 a
Testemunha com palha de milho	5,61 B	6,23 A	5,85 B	5,90 a	28,05	25,81	20,84	24,90 a
Feijão-de-porco	5,58 C	6,29 A	5,96 B	5,94 a	31,28	26,17	24,48	27,31 a
Crotalária-júncea	5,69 B	6,36 A	5,92 B	5,99 a	30,89	25,64	22,44	26,33 a
Mucuna-anã	5,50 C	6,35 A	5,95 B	5,93 a	27,76	27,21	21,72	25,56 a
Feijão-mungo	5,51 C	6,33 A	5,89 B	5,91 a	29,32	24,80	21,95	25,36 a
Tremoço-branco	5,54 C	6,26 A	5,99 B	5,92 a	29,59	26,65	19,23	25,16 a
Feijão-caupi	5,69 B	6,30 A	5,91 B	5,97 a	32,45	25,96	23,77	27,39 a
Média *	5,61	6,31	5,93		29,83 A	26,02 B	21,99 C	

* Erro Padrão das Médias dos tratamentos do quesito pH é de 0,02 e da MO é de 0,66; o Erro Padrão das Médias dos anos é de 0,03 para o pH de 0,48 para MO. Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem entre si (p≤0,10)

Tabela 2- Acidez potencial (H+Al) e capacidade de troca catiônica (C.T.C.) do solo cultivado com adubo verde intercalar ao tomate em rotação com o milho em sistema de plantio direto.

Tratamentos	H+Al				C.T.C.			
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *
	mmol _c dm ⁻³							
Testemunha sem palha de milho	29,60	15,54	20,70	21,95 a	100,08	93,30	76,67	90,02 a
Testemunha com palha de milho	29,30	16,35	22,33	22,66 a	86,87	107,07	78,60	90,85 a
Feijão-de-porco	35,60	15,12	21,09	23,94 a	96,33	92,80	77,40	88,84 a
Crotalária-júncea	30,30	15,12	21,79	22,40 a	99,81	104,58	73,60	92,66 a
Mucuna-anã	37,80	14,72	22,03	24,85 a	102,46	95,03	77,07	91,52 a
Feijão-mungo	35,80	14,80	21,63	24,08 a	96,57	91,67	79,20	89,14 a
Tremoço-branco	32,40	15,70	21,63	23,24 a	91,81	100,80	75,00	89,20 a
Feijão-caupi	32,60	15,36	21,27	23,08 a	104,08	89,89	75,87	89,95 a
Média *	32,92 A	15,34 C	21,56 B		97,25 A	96,84 A	76,68 B	

* Erro Padrão das Médias dos tratamentos é de 0,05 para H+Al e 3,09 para CTC; o Erro Padrão das Médias dos anos é de 0,03 para H+Al e de 1,83 para CTC. Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem entre si (p≤0,10)

Tabela 3- Os micronutrientes boro (B) e cobre (Cu) do solo cultivado com adubo verde intercalar ao tomate em rotação com o milho em sistema de plantio direto.

Tratamentos	B				Cu			
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *
	mg dm ⁻³							
Testemunha sem palha de milho	0,51	0,67	0,52	0,57 a	3,79	4,84	4,94	4,89 a
Testemunha com palha de milho	0,62	0,57	0,51	0,57 a	3,88	4,84	5,42	4,71 a
Feijão-de-porco	0,56	0,58	0,73	0,62 a	3,72	4,48	5,62	4,61 a
Crotalária-júncea	0,59	0,82	0,63	0,68 a	3,73	4,54	5,30	4,52 a
Mucuna-anã	0,55	0,56	0,63	0,58 a	3,79	4,80	5,14	4,57 a
Feijão-mungo	0,56	0,57	0,41	0,51 a	4,16	4,62	5,30	4,70 a
Tremoço-branco	0,54	0,56	0,81	0,63 a	3,93	4,92	5,46	4,77 a
Feijão-caupi	0,56	0,62	0,60	0,59 a	3,63	4,86	5,30	4,60 a
Média *	0,56 A	0,62 A	1,61 A		3,83 C	4,74 B	5,31 A	

* Erro Padrão das Médias dos tratamentos é de 0,05 para B e 0,12 para Cu; o Erro Padrão das Médias dos anos é de 0,03 para B e de 0,08 para Cu. Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem entre si (p≤0,10)

Tabela 4- Os micronutrientes ferro (Fe) e manganês (Mn) do solo cultivado com adubo verde intercalar ao tomate em rotação com o milho em sistema de plantio direto.

Tratamentos	Fe				Mn			
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Média *
	mg dm ⁻³							
Testemunha sem palha de milho	46,34	38,5	38,4	41,08 a	47,19	52,50	43,28	47,65 a
Testemunha com palha de milho	47,77	40,4	44,6	44,26 a	45,38	47,94	41,80	45,04 a
Feijão-de-porco	45,64	36,8	42,2	41,55 a	42,95	55,10	41,80	46,62 a
Crotalária-júncea	44,86	37,2	41,6	41,22 a	45,34	54,78	42,66	47,59 a
Mucuna-anã	46,32	39,6	41,8	42,57 a	46,61	46,98	42,30	45,30 a
Feijão-mungo	47,84	40,6	42,2	43,55 a	48,82	47,94	42,90	46,55 a
Tremoço-branco	46,24	41,4	39,6	42,41 a	44,93	50,84	42,18	45,98 a
Feijão-caupi	45,29	40,2	41,4	42,29 a	44,33	50,90	41,30	45,51 a
Média *	46,29 A	39,34 B	41,46 B		45,69 B	50,87 A	42,28 B	

* Erro Padrão das Médias dos tratamentos é de 0,96 para Fe e 0,01 para Mn; o Erro Padrão das Médias dos anos é de 0,66 para Fe e de 0,01 para Mn. Médias seguidas de letras distintas (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem entre si (p≤0,10)