

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS NO SOLO NA SUCESSÃO DE MILHO VERDE/ADUBO VERDE
E MILHO VERDE/TOMATE¹**

Edmilson José Ambrosano

Eng. Agr., Dr., PqC do Polo Regional Centro Sul/APTA
ambrosano@apta.sp.gov.br

Nivaldo Guirado

Eng. Agr., Dr., PqC do Polo Regional Centro Sul/APTA
nquirado@apta.sp.gov.br

Fabício Rossi

Eng. Agr., Dr., PqC da FZEA/Universidade de São Paulo
fabicio.rossi@usp.br

Eliana Aparecida Schammas

Eng. Agr., Ms., PqC do Laboratório de Bioestatística/IZ-APTA
eliana@iz.sp.gov.br

Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Eng. Agr., Dr. do Depto. de Odontologia Social, Bioestatística, FOP/UNICAMP
glaucia@fop.unicamp.br

Fábio Luis Ferreira Dias

Eng. Agr., Dr., PqC do Centro de Cana/IAC-APTA
dias@iac.sp.gov.br

O milho proporciona alto potencial de produção de fitomassa, garantindo a manutenção de cobertura do solo para o sistema de plantio direto. A prática da adubação verde, permite

¹ O estudo foi conduzido com apoio do CNPq (Bolsa de produtividade em pesquisa do primeiro autor e Univ. 471603/2011-2); da FAPESP (processo 11/05648-3) e da PIRAI (sementes de adubos verdes).

recuperar a fertilidade do solo proporcionando aumento do teor de matéria orgânica, pH, Ca, Mg, e no caso das fabáceas (leguminosas), incorporação ao solo do nutriente nitrogênio (N), efetuado através da fixação biológica (AMBROSANO et al., 2011).

Com o objetivo de determinar alterações nas características químicas do solo em um sistema de semeadura direta na sucessão milho verde/adubo verde e milho verde/tomate cereja, tomando como testemunha o plantio de tomate cereja, com e sem a presença da palha do milho, sendo o tomate cereja conduzido na mesma época do crescimento dos adubos verdes, foi realizado este estudo na área agroecológica, do Pólo Regional Centro Sul/APTA em Piracicaba, SP.

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, 10 gramas de sulfato de potássio, e 25 t ha⁻¹ de composto orgânico. Em seguida foi cultivado o milho verde 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. Os adubos verdes foram então semeados sobre a palha do milho em semeadura direta em abril de 2011. Foram utilizadas as seguintes plantas, semeadas em sulcos: feijão-de-porco (5 sementes m⁻¹), crotalária-júncea (11 sementes m⁻¹), mucuna-anã (5 sementes m⁻¹), feijão-mungo (20 sementes m⁻¹), tremoço-branco (7 sementes m⁻¹), feijão-caupi (20 sementes m⁻¹). Nas parcelas testemunha, sem ou com a presença da palha de milho, foi cultivado tomate cereja, sendo conduzidas 12 plantas com duas hastes até a produção de frutos, simulando uma situação do produtor que dificilmente deixa áreas em pousio, sem nenhum cultivo. O uso da testemunha vegetada com tomate cereja vai nos indicar também as transformações que esse cultivo causa ao solo. As mudas de tomate cereja foram transplantadas em abril de 2011 em berços abertos manualmente com auxílio de cavadeiras. Os adubos verdes e as testemunhas receberam irrigações periódicas por gotejamento. Em janeiro de 2012 foram feitas as amostragens do solo na camada de 0,0 a 0,2m.

Alguns atributos do solo foram mantidos inalterados e outros foram melhorados com o cultivo dos adubos verdes (Tabela 1). Observou-se um aumento da matéria orgânica entre o tratamento testemunha com palha e o adubo verde mucuna-anã. Ambrosano et al. (2009) observaram um maior ataque da matéria orgânica recém adicionada ao solo, quando estas apresentam uma relação carbono nitrogênio (C:N) baixa, isso acontece quando por exemplo se adiciona leguminosas, que são ricas em nitrogênio e portanto apresentam baixa relação

C:N, contudo ao se adicionar matéria orgânica com elevada relação C:N, como é o caso da palha do milho, falta nitrogênio ao ambiente e os microrganismos não tem outra escolha senão atacar a matéria orgânica original do solo o que pode, nesses casos, ocasionar sua diminuição. Isso explica em parte o fato do tratamento com mucuna-anã ter promovido aumento na matéria orgânica do solo, e o tratamento sem palha, onde não houve pressão sobre os microrganismos para trabalhar com a decomposição, não ter diminuído tanto quanto na presença da palha. Vale ressaltar que a amostra de solo que foi retirada para estudo da fertilidade foi de 0,0 a 0,2m e que não se amostra a matéria orgânica presente na superfície. O pH do solo, a CTC, a soma de bases e a saturação de bases (V%) dos solos com adubos verdes tiveram desempenho melhor que a testemunha, principalmente em relação a testemunha com palha de milho, contudo o tremoço-branco não promoveu alterações nesses atributos do solo.

Tabela 1 – Atributos do solo na profundidade de 0,0 a 0,2m, após corte dos adubos verdes em Piracicaba, 2012.

Tratamentos	pH	M.O	H+Al	CTC	SB	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	— mmol _c dm ⁻³ —	—	—	%
Testemunha sem palha de milho	5,7 bc	29,3 ab	29,6 a	100,1 ab	70,5 ab	69,2 bc
Testemunha com palha de milho	5,6 c	28,1 b	29,3 a	86,9 b	57,6 b	65,8 c
Feijão-de-porco	6,0 a	33,4 ab	26,8 a	116,0 a	89,2 a	76,5 ab
Crotalaria-júncea	5,9 a	31,3 ab	28,0 a	113,1 a	85,1 a	74,8 ab
Mucuna-anã	5,9 a	34,1 a	27,7 a	116,0 a	88,3 a	75,9 ab
Feijão-mungo	6,0 a	32,2 ab	24,8 a	107,2 ab	82,4 a	76,6 ab
Tremoço-branco	5,8 abc	31,3 ab	29,5 a	108,0 ab	78,5 ab	72,0 abc
Feijão-caupi	6,0 a	33,3 ab	26,4 a	117,4 a	91,0a	77,3 a
Média	5,9	31,6	27,8	108,1	80,3	73,5
C.V.(%)	1,0	9,9	9,7	11,2	15,6	5,5

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,10$).

Vale ressaltar o aumento no estoque de Ca, Mg (Tabela 2) para os tratamentos com adubo verdes, a exceção do tremoço-branco para o Ca e crotalaria-júncea, mucuna-anã e tremoço-branco para o Mg que, em relação a testemunha com palha de milho, não alteraram esse atributo. Resultados semelhantes foram observados por Ambrosano et al. (2005) que também notaram aumentos nos estoques de Ca e Mg no solo após adubação verde com crotalaria-júncea, muito provavelmente devido a ação dos ácidos orgânicos presente nas palhas dos adubos verdes, que promovem a liberação desses cátions.

Observa-se também aumento no estoque do micronutriente Zn para os adubos verdes mucuna-anã e feijão-mungo, em relação a testemunha com palha. Essa constatação já foi feita por Ambrosano et al. (2010), onde também foi observado aumento no estoque de Zn. Esses resultados corroboram com a idéia de que ao se adicionar resíduo vegetal com elevada relação C:N os microrganismos vão atacar a matéria orgânica original do solo, onde reside os estoques de Zn, fazendo com que esse diminua. Os elevados teores de cobre nas testemunhas são devido aos tratos fitossanitários com cúpricos (calda bordalesa) e pela adubação com termofosfatos.

Tabela 2 - Estoque de macro e micronutriente do solo na profundidade de 0,0 a 0,2m, após corte dos adubos verdes em Piracicaba, 2012.

Tratamentos	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	B	Zn
	mg dm ⁻³	— mmol _c dm ⁻³ —				mg dm ⁻³			
Testemunha sem palha	54,1 a	4,5 a	53,4 ab	12,6 ab	3,8 a	46,3 a	47,2 a	0,5 b	7,7 ab
Testemunha com palha	48,5 ab	3,9 a	41,8 b	11,9 b	3,9 a	47,8 a	45,4 a	0,6 a	7,1 b
Feijão- de - porco	36,2 ab	3,6 a	71,6 a	14,0 a	0,8 b	9,3 b	46,2 a	0,4 b	9,7 ab
Crotalária - júncea	39,1 ab	3,4 a	68,2 a	13,5 ab	0,7 b	9,0 b	45,4 a	0,4 b	9,3 ab
Mucuna-anã	40,7 ab	3,1 a	71,5 a	13,7 ab	0,8 b	8,8 b	45,6 a	0,4 b	10,4 a
Feijão-mungo	38,5 ab	2,7 a	65,7 a	14,0 a	0,8 b	9,0 b	46,0 a	0,4 b	10,2 a
Tremoço - branco	32,6 b	3,2 a	62,5 ab	12,8 ab	0,9 b	10,2 b	43,4 a	0,4 b	9,4 ab
Feijão-caupi	40,2 ab	3,6 a	73,3 a	14,1 a	0,7 b	8,8 b	45,7 a	0,4 b	9,7 ab
Média	41,2	3,5	63,5	13,3	1,5	18,6	45,6	0,5	9,2
C.V.(%)	24,6	28,5	18,1	7,7	27,3	12,6	10,7	22,5	18,1

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤ 0,10)

As plantas adubos verdes que mais produziram matéria seca ao final do ciclo foram o tremoço-branco (7,6 t ha⁻¹), e a crotalária-júncea (5,7 t ha⁻¹), seguidas do feijão-de-porco (2,2 t ha⁻¹), e caupi (1,6 t ha⁻¹). O crescimento da crotalária-júncea também foi expressivo, apesar dessa espécie ser mais indicada para o verão e sofrer com o fotoperíodo que diminui sua produtividade nessa época de cultivo, no entanto, com a suplementação de água ela se desenvolveu muito bem alcançando 5,7 toneladas de massa seca por hectare. Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores citados em Ambrosano et al. (2010).

As quantidades produzidas das fabáceas adubos verdes estão ligadas ao suprimento de água e a sua adequação climática, sendo o tremoço-branco a que melhor se adaptou a essas condições de outono-inverno com irrigação.

Agradecimentos

Aos professores: Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz, FZEA/USP, Dr. Takashi Muraoka e Dr. Paulo César Ocheuze Trivelin, ambos do CENA/USP, pelo apoio.

Referências

AMBROSANO, E.J.; AZCÓN, R.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; MURAOKA, T.; TRIVELIN, P.C.O.; ROSSI, F.; GUIRADO N.; UNGARO, M.R.G.; TERAMOTO, J.R.S. Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effects on sugarcane yield. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 67, n. 6, p. 692-701, Nov. 2010.

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; GUIRADO, N.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D. MURAOKA, T. Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugarcane. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.62, n.6, p.534-542, Nov. 2005.

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A.; MURAOKA, T.; ROSSI, F. ¹⁵N-labeled nitrogen from green manure and ammonium sulfate utilization by the sugarcane ratoon. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 68, n.3, p. 361-368, Mar. 2011.

AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E. A.; MURAOKA, T.; GUIRADO, N.; ROSSI, F. Nitrogen supply to corn from sunn hemp and velvet bean green manures. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 66, n. 3, p. 386-394, Mai 2009.