

Efeito da adubação verde intercalar ou produzida fora e aplicada na área de estudo, com homeopatia na produção de tomate salada e alfaces em cultivos agroecológicos de base familiar: transferência de nitrogênio

RESUMO:

O presente trabalho teve por objetivo estudar o desempenho de um híbrido de tomate (Saladete DRW 3410) de porte indeterminado, em sistema de cultivo agroecológico em ambiente protegido, submetido a diferentes sistemas de adubação verde, sendo ele intercalar ou produzida fora e aplicada na área de estudo na presença e ausência da aplicação de preparado homeopático (phosphorus 100 CH). Além disso, este trabalho também teve como objetivo estudar o efeito residual desta adubação verde em cultivo intercalar ao tomate no cultivo das alfaces crespas e americanas. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2 sendo os tratamentos: 3 adubos verdes, feijão-mungo (*Vigna radiata* L.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L) e Crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) e uma testemunha e 2 aplicações homeopáticas, com e sem phosphorus CH100, totalizando 8 tratamentos com seis repetições. Os adubos verdes feijão-mungo e feijão-de-porco foram conduzidos em consórcio com o tomateiro por dois anos consecutivos. Após o cultivo do tomate foram transplantadas para os canteiros experimentais dois cultivares de alface, Gloriosa e Pira-verde) de verão por dois anos consecutivos, a fim de se estudar o efeito residual da adubação verde aplicada ao tomate. Em função da massa fresca e da altura das cabeças das alfaces conclui-se que os adubos verdes, crotalária-júncea e feijão-de-porco, mostraram-se superiores aos tratamentos com feijão-mungo e testemunha e que o efeito da crotalária-júncea adicionada como palha no tomate teve efeito positivo, aumentando a produtividade e a transferência de nitrogênio. Houve destaque para os adubos verdes feijão-de-porco e crotalária-júncea na transferência do nitrogênio sendo importante para a cultivar Gloriosa e Pira-Verde respectivamente. Houve uma melhoria do solo com os tratamentos adubos verdes e homeopatia onde alguns atributos do solo melhoraram positivamente como o aumento da matéria orgânica do solo. Houve efeito positivo da crotalária-júncea no peso de frutos comerciais e do menor peso de frutos danificados no tratamento com feijão-de-porco intercalar, indicando ser essas espécies benéficas ao sistema de produção como um todo. A adubação verde pode ser a melhor alternativa para pequenos produtores, pois como pudemos observar, essa prática apresenta efeito residual, transfere nitrogênio, o que pode diminuir o custo de produção. Além disso, os adubos verdes mantêm o solo mais protegido, evitando infestação de plantas daninhas e perda de solo através de erosão. Deve-se, no entanto, escolher a melhor planta como adubo verde e o espaçamento correto para cultivar em consórcio com a hortaliça de interesse, a fim de não provocar competição entre as plantas.

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). Com a prática da adubação verde, é possível recuperar a fertilidade do solo proporcionando aumento do teor de matéria orgânica, da capacidade de troca de cátions e da disponibilidade

de macro e micronutrientes; formação e estabilização de agregados; melhoria da infiltração de água e aeração; diminuição diuturna da amplitude de variação térmica; controle dos nematóides e, no caso das fabáceas (leguminosas), incorporação ao solo do nutriente nitrogênio (N), efetuado através da fixação biológica (Igue, 1984).

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 (Ambrosano et al., 2014).

O objetivo geral deste trabalho foi levantar a produção do tomateiro salada e de dois cultivares de alface em sistema orgânico em dois anos de cultivo em sucessão ao tomateiro cultivado de maneira consorciada com adubos verdes e sob o efeito de homeopatia, sendo que o objetivo específico foi saber se a adubação verde intercalar e a homeopatia feita ao tomateiro teriam efeito residual na alface cultivada dois anos após feita a adubação verde intercalar e a porcentagem de nitrogênio que seria transferido do adubo verde ao tomate e as alfaces nesse sistema de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS:

O delineamento experimento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2 (adubos verdes x preparados homeopáticos), com seis repetições. Os adubos verdes utilizados foram: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* D.C.), feijão-mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), palha de crotalária-júncea (*Crotalaria juncea* L.) e testemunha (sem adubo verde). O preparado homeopático foi o *Phosphorus* CH100. O álcool 70% foi utilizado como testemunha por ser o veículo utilizado no preparo do *Phosphorus*.

As parcelas foram constituídas por canteiro de 1,20 m de largura e 3,60 m de comprimento em cultivo protegido. Entre agosto e dezembro de 2008 e 2009 foi cultivado o tomate (cultivar Saladete DRW 3410), espaçados 0,90 m entre linhas e 0,60 m entre plantas, conduzidas em haste dupla, com seis pencas. Os adubos verdes foram cultivados intercalarmente ao tomateiro, com duas linhas espaçadas a 0,30 m entre si, com as seguintes densidades de semente por metro linear: feijão-de-porco, 10 sementes e feijão-mungo, 20 sementes. A crotalária-júncea foi produzida em uma área adjacente a estufa e sua palhada transportada e colocada sobre o canteiro na quantidade de 5 t ha⁻¹ de massa seca.

Os tratamentos homeopáticos foram aplicados somente no tomateiro consorciado com os adubos verdes diluindo-se 0,5 mL, da tintura mãe (*Phosphorus* CH100), por litro de água, sendo aplicados 250 mL por parcela, com pulverizador costal, direcionando a aplicação ao solo. Foram feitas três aplicações, espaçadas semanalmente, com início após uma semana do transplante do tomateiro.

Em 02 de dezembro de 2009 os adubos verdes foram cortados, avaliados e deixados sobre o solo, entre as linhas de tomateiro (Tabela 1). Com o fim do ciclo do tomateiro as plantas foram retiradas e na sequência foi transplantada a alface crespa, cultivar “Pira Verde” e americana cultivar “Gloriosa”. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, semeadas em 19 de janeiro de 2010 e transplantadas no dia 02 de março do mesmo ano (Ano 1) e semeadas em 17 de outubro de 2010 e transplantada em 02 de dezembro de 2010 (Ano 2). A irrigação utilizada foi por gotejamento, de acordo com a necessidade da cultura.

A primeira colheita foi realizada em 19 de abril de 2010 e a segunda em 19 de janeiro de 2011, quatro plantas centrais por parcela, sendo determinado: massa fresca e seca da parte área, altura e diâmetro das plantas e número de folhas, teores de nutrientes no solo e planta e a transferência do nitrogênio avaliada pela técnica da abundância natural de nitrogênio-15, respeitadas as bases do método para estimar a transferência de N determinadas por Peoples et al. 2015.

Os dados foram analisados através do procedimento MIXED do programa SAS® (Statistical Analysis System), SAS Institute (2001), com medidas repetidas no tempo (2 anos), a fim de se determinar a estrutura de matriz de variância e covariância, O nível de significância adotado para a análise de variância foi de 10%, Foram estudados os efeitos principais e as interações, As interações significativas foram desdobradas de acordo com os fatores envolvidos. As comparações das médias dos efeitos principais e as respectivas interações foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. A análise exploratória dos dados indicou também a transformação 1/x para o Fe e Mn e logaritmo na base 10 para Zn para que os dados de nutrientes no fruto do tomate atendessem as pressuposições de uma análise paramétrica.

RESULTADOS:

ADUBOS VERDES:

Observa-se da Tabela 1 o melhor desempenho do adubo verde feijão-de-porco, indicando ser essa espécie melhor adaptada para um cultivo intercalar, no primeiro ano de cultivo e na Tabela 2 os resultados do segundo ano de cultivo. Como os adubos verdes estiveram sob influência direta da homeopatia esse fato pode ser comprovado pelo melhor desempenho do feijão-de-porco nos tratamentos com homeopatia, sendo que no tratamento com feijão-mungo não foi observada essa interferência. Essa maior produtividade do feijão-de-porco vai afetar o comportamento da alface como veremos a seguir.

Tabela 1. Massa fresca e massa seca dos adubos verdes com e sem homeopatia aplicada ao solo. Piracicaba, APTA/Pólo Regional Centro-Sul, Piracicaba, SP (2008).

	Massa Fresca			Massa Seca		
	Phosphorus*	Álcool*	Média	Phosphorus	Álcool	Média
Adubo Verde	----- t ha ⁻¹ -----					
Crotalária júncea	14,29	14,29	14,29	5,00	5,00	5,00
Feijão de porco	20,96	19,71	20,34	6,13	5,40	5,77
Feijão mungo	5,87	6,62	6,25	2,17	2,26	2,22
Testemunha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*Legenda: Tratamentos homeopáticos, Phosphorus 100CH; Álcool 70% (testemunha)

Nota-se da Tabela 3 uma caracterização mais detalhada dos adubos verdes empregados no cultivo intercalar do tomateiro e cujo efeito residual estamos observando nas duas cultivares da alface. Observa-se da Tabela 2 a menor relação C:N das espécies feijão-de-porco e mungo em comparação a Crotalária-júncea que foi produzida em uma área adjacente a estufa para

não interferir na dinâmica do cultivo protegido que é muito intensivo e não seria econômico parar a estufa por mais de 4 meses para essa atividade.

Tabela 2. Massa fresca e massa seca dos adubos verdes (Ano 2). Piracicaba, APTA/Pólo Regional Centro-Sul, Piracicaba, SP (2009).

	Massa Fresca			Massa Seca		
	Phosphorus *	Álcool*	Média	Phosphorus	Álcool	Média
Adubo Verde	----- t ha ⁻¹ -----					
Crotalaria-júncea	14,29	14,29	14,29	5,00	5,00	5,00
Feijão-de-porco	52,4	42,56	47,48	10,36	8,16	9,26
Feijão-mungo	-	-	-	-	-	-
Testemunha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*Legenda: Tratamentos homeopáticos, *Phosphorus* 100CH; Álcool 70% (testemunha). O feijão-mungo foi retirado do experimento devido a ocorrência de oídio, doença fungica que estava passando para o tomateiro

Observa-se também o menor teor de nitrogênio da espécie crotalaria-júncea em comparação ao feijão-de-porco e mungo sendo que essa maior quantidade foi observada no primeiro ano com um pequeno, mais significativo, decréscimo no segundo ano de observação. Esse fato pode estar relacionado as perdas de nitrogênio da crotalaria-júncea devido ao manejo de corte, trituração da palha e transporte.

Tabela 3. Nitrogênio, fixação biológica do nitrogênio (FBN), relação C:N, abundância do delta nitrogênio-15 presentes na parte aérea dos adubos verdes testados na APTA-Polo Centro Sul, Piracicaba, SP (2008/2009).

Ano	Adubos verdes testados			Média	Epm ¹
	Crotalaria-júncea	Feijão-de-porco	Feijão-mungo		
		Nitrogênio (g kg ⁻¹)			
2008	11,55	35,05	32,08	26,23 A	1,09
2009	9,26	34,77	27,92	23,98 B	1,09
Média	10,40 b	34,91 a	30,00 a		
Epm	1,89	1,89	1,89		
	Fixação biológica do nitrogênio (FBN) %				
2008	81,45 Aa	34,25 Bb	45,69 Bb	53,80	2,37
2009	88,91 Aa	82,44 Aa	87,85 Aa	86,45	2,37
Média	85,18	58,35	66,77		
Epm	3,31	3,31	3,31		
	Relação C:N				
2008	35,90Aa	11,18Ab	12,21Ab	19,76	1,09
2009	46,50Ba	11,94Ab	14,96Ab	24,48	1,09
Média	41,22	11,56	13,59		
Epm	1,49	1,49	1,49		
	Delta ¹⁵ N ‰				
2008	1,59 Ab	6,17 Aa	4,76 Aa	4,17	0,27
2009	0,08 Aa	0,80 Ba	-0,08 Ba	0,26	0,27
Média	0,84	3,48	2,33		
Epm	0,33	0,33	0,33		

¹Epm = erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si, pelo teste de Tukey-Kramer (p<0,10).

A fixação biológica do nitrogênio medida através da técnica da abundância natural de nitrogênio-15 foi maior para a crotalária-júncea no primeiro ano e com nenhuma variação para o segundo ano ficando em média em 85,1% e sendo alcançada pelos outros adubos verdes testados somente no segundo ano (Tabela 3). Esse fato pode ser parcialmente explicado pela dificuldade que essas plantas tiveram para obter seu N de maneira simbiótica no primeiro ano do cultivo do tomateiro onde a maior parte do N dessas plantas que foram semeadas (feijão-de-porco e feijão-mungo) veio do solo.

Vale destacar que a crotalária-júncea foi produzida em uma área adjacente ao cultivo protegido e dessa forma ela tomou maior quantidade de nitrogênio do ar, via FBN o que lhe rendeu uma elevada porcentagem de nitrogênio vindo da simbiose no primeiro ano.

Os valores de delta nitrogênio-15 corroboram com esse fato e indicam que no primeiro ano os valores elevados de delta para feijão-de-porco e mungo mostram que elas estão se comportando como planta não fixadora, sendo que no segundo ano muito provavelmente pelo esgotamento do N do solo pelo cultivo os deltas caíram para próximo de zero indicando forte empenho na fixação simbiótica uma vez que o delta nitrogênio-15 do ar atmosférico é considerado zero para fins de cálculos de abundância natural de N-15 (Salgado et. al, 2020).

TOMATE:

A Tabela 4 apresenta dados da produtividade do tomateiro nos dois anos de cultivo intercalar e com adição da palha da crotalária-júncea e anterior ao cultivo da alface. Nota-se da Tabela 4 o efeito positivo da crotalária-júncea no peso de frutos comerciais e do menor peso de frutos danificados no tratamento com feijão-de-porco intercalar, indicando ser essa espécie benéfica ao sistema de produção como um todo.

A palhada de crotalária júncea também aparenta ter melhor influência na produtividade do tomate, quando comparada com a média dos outros adubos verdes. O baixo desempenho do tomate em consórcio com os adubos verdes (feijão de porco e feijão-mungo) em relação ao tratamento com palhada de crotalária pode ser devido à competição entre as plantas de tomate e as plantas de adubo verde, visto que a interferência de uma planta sobre outra se inicia quando a demanda, por um ou mais fatores de crescimento, é maior que o suprimento.

Na Tabela 5 pode-se observar o efeito da adubação verde nos frutos do tomateiro, onde pode-se observar os resultados da abundância do delta nitrogênio-15, nitrogênio transferido do adubo verde ao fruto do tomate, teores de micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco e teores de macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre presentes no fruto do tomate conduzido na APTA-Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP (2008/2009), onde pode-se observar o efeito da adubação verde nos frutos do tomateiro, sendo que podemos destacar o maior delta nitrogênio-15 da testemunha em comparação com o tratamento com crotalária-júncea, indicando que realmente houve transferência de nitrogênio do adubo verde para o fruto do tomate e essa transferência pode ser medida através da técnica da abundância natural de nitrogênio-15 (Tabela 5). Nota-se também uma maior porcentagem de nitrogênio transferido nos frutos proveniente do adubo verde e o tratamento com adição de palha de crotalária-júncea obteve um índice de 35,43 % indicando que do total de N presente nos frutos de tomate 35,43% veio do adubo verde. Observou-se também maior teor de N no tratamento com feijão-mungo e maior teor dos elementos manganês e magnésio,

indicando ser essa espécie uma excelente extratora desses nutrientes com capacidade de disponibilizar esses nutrientes para o tomateiro e poder observa-los no fruto do tomateiro salada (Tabela 5).

Tabela 4. Peso de frutos comerciais e peso de frutos danificados dos frutos produzidos pelo tomateiro com adubo verde intercalar, sem efeito da homeopatia, APTA-Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP (2008/2009).

Ano	Crotalaria-júncea	Feijão-de-porco	Feijão-mungo	Teste ²	Média	Epm ¹
Peso de frutos comerciais						
			g planta ⁻¹			
2008	1046,74	665,77	681,28	806,16	800,00B	100,90
2009	3171,30	338,59	2712,57	2763,27	3009,18A	100,90
Média	2109,02a	2027,68ab	1696,92b	1784,72ab		
Epm	145,89	145,89	145,89	145,89		
Peso de frutos danificados						
			g planta ⁻¹			
2008	1557,69	1139,78	1311,09	1561,56	1392,53 A	56,38
2009	328,48	228,92	204,93	268,64	257,74 B	56,38
Média	943,09 a	684,35 b	758,01 ab	915,10 ab		
Epm	70,60	70,60	70,60	70,60		

¹Epm = erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, diferem entre si, pelos testes de Tukey-Kramer e F (p≤0,10) respectivamente. ²Teste=Testemunha sem adubo verde.

Tabela 5. Abundância do delta nitrogênio-15 (Delta ¹⁵N (‰)), nitrogênio transferido do adubo verde ao fruto do tomate salada, teores de micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco e teores de macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre presentes no fruto do tomate conduzido na APTA-Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP (2009).

Variável	Adubos verdes testados				¹ CV%
	Crotalaria-júncea	Feijão-de-porco	Feijão-mungo	Teste ²	
Delta ¹⁵ N (‰)	6,55 b	7,24 ab	6,72 ab	7,33 a	8,18%
N transferido (%)	35,43 a	28,70 ab	33,77 ab	27,88 b	17,86%
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	21,99 b	22,04 b	25,25 a	21,52 b	7,53%
Cobre (mg kg ⁻¹)	10,39 b	11,06 b	12,91 a	11,37 ab	10,81%
Ferro (mg kg ⁻¹)	40,15 b	51,02 a	46,29 ab	46,57 ab	11,24%
Manganês (mg kg ⁻¹)	8,85 b	9,45 ab	10,28 a	8,75 b	9,18%
Zinco (mg kg ⁻¹)	18,83 a	19,02 a	19,70 a	18,20 a	8,10%
Fósforo (g kg ⁻¹)	2,92 b	3,23 ab	3,46 a	3,10 ab	8,59%
Potássio (g kg ⁻¹)	33,21 a	37,17 a	38,65 a	35,40 a	12,71%
Cálcio (g kg ⁻¹)	1,50 a	1,39 a	1,21 a	1,30 a	21,28%
Magnésio (g kg ⁻¹)	1,95 b	2,03 ab	2,17 a	1,90 b	7,21%
Enxofre (g kg ⁻¹)	1,56 a	1,59 a	1,66 a	1,54 a	8,86%

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si (p≤0,10). ¹ Coeficiente de variação. ² Teste = Testemunha sem adubação verde.

SOLO:

Observa-se da Tabela 6 que alguns atributos do solo foram alterados pelos tratamentos, sendo que observou-se maior teor de matéria orgânica, potássio e magnésio nos tratamentos com adição da palha da crotalária-júncea, indicando que esse sistema de produção e transporte da palha para o sistema de cultivo intensivo é promissor e pode acarretar em benefícios ao sistema, apesar do manejo (corte, trituração, secagem e transporte) acarretarem na perda de nitrogênio. Danin et.al., 2007, também encontraram perdas significativas após manejo de aveia preta com dessecantes, indicando que qualquer que seja a forma de manejo da planta de cobertura podemos ter perdas de nitrogênio.

Tabela 6. Atributos químicos do solo onde foram cultivados o tomateiro e a alface com adubos verdes intercalares, sem considerar o efeito da homeopatia. APTA-Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP (2009/2010).

Ano	Crotalária-júncea	Feijão-de-porco	Feijão-mungo	Teste*	Média	Epm ¹
M.O. (g kg ⁻¹)						
2009	22,46	17,38	17,62	16,44	18,18A	0,57
2010	15,98	15,16	12,82	14,12	14,52B	0,57
Média	19,22a	16,27b	15,22b	15,28b		
Epm	0,80	0,80	0,80	0,80		
K (mmolc kg ⁻¹)						
2009	7,05	5,40	5,22	6,00	5,92B	0,29
2010	8,92	7,74	6,83	8,04	7,88A	0,29
Média	7,83a	6,57ab	6,03b	7,02ab		
Epm	0,50	0,50	0,50	0,50		
Mg (mmolc kg ⁻¹)						
2009	34,78Aa	32,20Ab	31,07Ab	31,96Ab	32,50	0,35
2010	25,42Ba	25,10Ba	24,44Ba	25,15Ba	25,03	0,35
Média	30,10	28,65	27,75	28,55		
Epm	0,53	0,53	0,53	0,53		

¹ Epm = erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas, nas linhas e maiúsculas, nas colunas, diferem entre si, pelos testes de Tukey-Kramer (p≤0,10).

Observa-se da Tabela 7 o efeito dos tratamentos, da homeopatia e dos anos de observação, onde se nota que a matéria orgânica (M.O.) do solo estudado foi influenciada pela crotalária-júncea e pela homeopatia saindo de um patamar de 14,8% na testemunha para 19,5% no tratamento com a espécie crotalária-júncea. O efeito da homeopatia sozinha fez com que a M.O. do solo passasse de 13,39% nos tratamentos com álcool 70% para 19,21% nos tratamentos com Phosphorus 100CH, indicando que o uso de soluções altamente diluídas (homeopatia) tem efeito benéfico e duradouro, uma vez que essas medidas foram feitas no após o cultivo das culturas, tomate salada e das duas alfaces, crespa e americana (Tabela 6). Observou-se também que no tratamento com crotalária-júncea no segundo ano a M.O. passou de 16,45 para 22,44 indicando que o uso da crotalária-júncea tem um efeito benéfico e duradouro causando o aumento da M.O. do solo.

ALFACES:

Observa-se da Tabela 8 que o peso seco das cabeças da alface foi influenciado pelos tratamentos com adubo verdes aplicados anos antes nas entrelinhas do tomateiro. Nota-se da Tabela 8 que a cultivar gloriosa não foi afetada pelos tratamentos, contudo em todos os parâmetros avaliados ela apresentou peso superior ao do cultivar Pira-Verde sendo que esta cultivar foi afetada pelo adubo verde feijão-de-porco, que não apresentou diferença da crotalaria-júncea e da feijão-mungo e que se destacou (tratamento feijão-de-porco) produzindo mais massa seca que a testemunha sem adubação verde. Observou-se também que o efeito da adubação verde foi sentido só no primeiro ano, com destaque para a Crotalaria-júncea, seguida do feijão-de-porco, indicando que a prática da adubação verde deve ser continuada, e que ela pode perder seu efeito ao decorrer dos cultivos.

Tabela 7. Atributos químicos do solo onde foram cultivados o tomateiro com os adubos verdes e a alface, considerando o efeito da homeopatia. APTA-Pólo Centro Sul, Piracicaba, SP (2010/2011).

Matéria Orgânica (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾			
Adubo Verde	Homeopatia*		Média
	1	2	
Crotalaria-júncea	19,50aA	18,92aA	19,21
Feijão-de-porco	15,74aAB	16,80aA	16,27
Feijão-mungo	15,16aAB	15,27aA	15,22
Testemunha	14,80aB	15,74aA	15,27
Média	16,30	16,69	
Homeopatia	Ano		Média
	2010	2011	
1*	13,39bA	19,21aA	16,30
2	15,63aA	17,74aA	16,69
Média	14,51	18,48	
Adubo Verde	Ano		Média
	2010	2011	
Crotalaria-júncea	15,98bA	22,44aA	19,21
Feijão-de-porco	15,16aA	17,39aAB	16,27
Feijão-mungo	12,81bA	17,62aB	15,22
Testemunha	14,10aA	16,45aB	15,27
Média	14,51	18,48	
CV% #	8,91		

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem entre si pelo Teste de Tukey-Kramer ($p \leq 0,10$)

⁽¹⁾ estatísticas referentes a dados transformados para Log (X) # Coeficiente de Variação referente a dados transformados *Legenda: Tratamentos homeopáticos, 1 = Phosphorus 100CH; 2 = Álcool 70% (testemunha)

Tabela 8. Peso seco das cabeças da alface (gramas) produzidas após um cultivo de tomateiro consorciado com adubos verdes e sob o efeito de homeopatia em função do cultivar, da homeopatia, e do ano de cultivo. APTA/Polo Regional Centro-Sul, 2010 e 2011.

Peso Seco das Cabeças da Alface em gramas			
Adubo Verde	Alface		
	Gloriosa	Pira Verde	Média
Crotalaria-juncea	19,45aA	16,71bAB	18,08
Feijão-de-porco	20,40aA	17,61bA	19,01
Feijão-mungo	18,55aA	16,11bAB	17,33
Testemunha	19,91aA	15,85bB	17,88
Média	19,58	16,57	
Homeopatia*	Alface		
	Gloriosa	Pira Verde	Média
1	19,48aA	16,61bA	18,04
2	19,67aA	16,53bA	18,10
Média	19,58	16,57	
Adubo Verde	Homeopatia		
	1	2	Média
Crotalaria-juncea	17,91aA	18,24aA	18,08
Feijão-de-porco	18,98aA	19,03aA	19,01
Feijão-mungo	17,13aA	17,53aA	17,33
Testemunha	18,16aA	17,60aA	17,88
Média	18,04	18,10	
Alface	Ano**		
	1	2	Média
Gloriosa	25,97aA	13,18bA	19,58
Pira Verde	24,97aA	8,17bB	16,57
Média	25,47	10,68	
Homeopatia	Ano		
	1	2	Média
1	25,31aA	10,78bA	18,04
2	25,63aA	10,57bA	18,10
Média	25,47	10,68	
Adubação Verde	Ano		
	1	2	Média
Crotalaria-juncea	26,47aA	9,68bA	18,08
Feijão-de-porco	26,44aAB	11,57bA	19,01
Feijão-mungo	24,18aC	10,48bA	17,33
Testemunha	24,81aBC	10,96bA	17,88
Média	25,47	10,68	
CV	11,05		

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem entre si pelo **Teste de Tukey-Kramer** ($p \leq 0,10$) *Legenda: Tratamentos homeopáticos, 1 = Phosphorus 100CH; 2 = Álcool 70% (testemunha), **Legenda: Ano 1 = 2010 e ano 2 = 2011

Tabela 9. Altura das cabeças da alface (centímetros) produzidas após um cultivo de tomateiro consorciado com adubos verdes e sob o efeito de homeopatia em função da cultivar, da homeopatia, e do ano de cultivo. APTA/Pólo Regional Centro-Sul, 2010 e 2011.

Altura (centímetros)			
Adubo Verde	Alface		
	Gloriosa	Pira Verde	Média
Crotalária-juncea	21,03bA	26,67aB	23,85
Feijão-de-porco	21,70bA	28,9aA	25,35
Feijão-mungo	20,80bA	25,69aB	23,24
Testemunha	20,60bA	25,85aB	23,22
Média	21,03	26,80	
Adubo Verde	Homeopatia		
	1*	2	Média
Crotalária-juncea	23,40aB	24,30aA	23,85
Feijão-de-porco	26,21aA	24,48aA	25,35
Feijão-mungo	23,06aB	23,43aA	23,24
Testemunha	23,20aB	23,25aA	23,22
Média	23,97	23,87	
Alface	Ano		
	1	2	Média
Gloriosa	20,58aB	21,49aB	21,03
Pira Verde	22,97bA	30,63aA	26,80
Média	21,78	26,06	
Homeopatia	Ano		
	1**	2	Média
1	21,74bA	26,20aA	23,97
2	21,81bA	25,92aA	23,87
Média	21,78	26,06	
Adubação Verde	Ano		
	1**	2	Média
Crotalária-juncea	22,11bA	25,59aB	23,85
Feijão-de-porco	22,41bA	28,29aA	25,35
Feijão-mungo	21,22bA	25,27aB	23,24
Testemunha	21,36bA	25,08aB	23,22
Média	21,78	26,06	
CV	11,09		

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem entre si pelo **Teste de Tukey-Kramer** ($p \leq 0,10$). *Legenda: Tratamentos homeopáticos, 1 = Phosphorus 100CH; 2 = Álcool 70% (testemunha), **Legenda: Ano 1 = 2010 e ano 2 = 2011

Ambrosano et al., 2010 estudando adubação verde em cana-de-açúcar observaram o efeito da adubação verde apenas no primeiro corte, contudo Ambrosano et al., 2011 observaram um efeito residual da crotalária-júncea até o quinto corte da cana-de-açúcar,

indicando que esse efeito pode ser variável. Observa-se também que a superioridade da cultivar Gloriosa apareceu no segundo ano de cultivo, onde ela produziu quase 40% a mais de matéria seca, indicando que essa cultivar pode ter maior poder de explorar o efeito residual da adubação verde.

Observa-se da Tabela 9 que a altura da alface foi influenciada pelos adubos verdes sendo que a pira-verde apresentou maior altura quando se adicionou palha de crotalária-júncea no tomateiro. A cultivar Gloriosa também foi afetada pelos adubos verdes, contudo apenas no primeiro ano sendo que a maior altura registrada foi no tratamento com adição de palha de crotalária-júncea (5 toneladas de massa seca ha-1) Tabela 1.

Nota-se também uma interação muito interessante entre a homeopatia (Phosphorus 100CH) e a adubação verde intercalar efetuada no tomateiro antes do cultivo da alface onde o Feijão-de-porco proporcionou maior altura da cultivar Gloriosa.

No ano 2 a cultivar Pira-verde apresentou maior altura em relação ao ano 1, sendo que a cultivar Gloriosa não foi afetada, contudo a altura da Pira-verde foi maior nos dois anos estudados.

A tabela 10 apresenta os dados de nitrogênio presente nas alfaces onde podemos observar o maior teor de nitrogênio na cultivar Pira-verde e no tratamento com crotalária-júncea, indicando o efeito positivo da adubação verde sobre essa variedade uma vez que esse efeito não foi observado na cultivar Gloriosa.

Tabela 10. Nitrogênio total nas folhas das alfaces Gloriosa e Pira-verde em função dos adubos verdes e homeopatia na APTA/Pólo Regional Centro-Sul, (2010/2011).

NTotal Média (%)			
Adubo Verde	Alface		
	Gloriosa	Pira Verde	Média
Crotalária-juncea	2,22bA	4,59aA	3,41
Feijão-de-porco	2,56bA	4,09aB	3,33
Feijão-mungo	1,97bA	3,90aB	2,94
Testemunha	2,01bA	3,76aB	2,89
Média	2,19	4,08	
Homeopatia	Alface		
	Gloriosa	Pira Verde	Média
1*	2,14bA	4,05aA	3,10
2	2,24bA	4,12aA	3,18
Média	2,19	4,08	
Adubação Verde	Homeopatia		
	1*	2	Média
Crotalária-juncea	3,43aA	3,38aA	3,41
Feijão-de-porco	3,20aAB	3,45aA	3,33
Feijão-mungo	2,93aAB	2,94aA	2,94
Testemunha	2,83aB	2,94aA	2,89
Média	3,10	3,18	
CV%	10,83		

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem entre si pelo **Teste de Tukey-Kramer** ($p \leq 0,10$). *Legenda: Tratamentos homeopáticos, 1 = Phosphorus 100CH; 2 = Álcool 70% (testemunha).

Observou-se também uma interação entre homeopatia e adubação verde onde na presença da homeopatia as alfases tinham em médias 3,43 % de nitrogênio no tratamento com crotalária-júncea e 2,83 % nas parcelas testemunhas, sem adubação verde.

Observa-se da Tabela 11 os valores da abundância natural de nitrogênio-15 onde pode-se notar baixos valores de delta para a alfaca Gloriosa com a espécie adubo verde feijão-de-porco em relação a testemunha o que é um fator muito importante para tirarmos as conclusões de transferência de nitrogênio pois segundo Peoples et al. 2015 e Ambrosano et.al, 2018 a escolha do padrão para os cálculos deve ser feita de preferência com a mesma espécie levando-se em consideração a diferença significativa entre o delta da testemunha e da leguminosa em estudo. Desta forma quanto menor o valor do delta nitrogênio-15 maior é a contribuição da leguminosa e maior a entrada de nitrogênio do ar através da fixação biológica.

Observa-se também um efeito da homeopatia onde a cultivar de alfaca Pira-verde apresentou menor delta que a cultivar Gloriosa indicando que nessa condição houve maior transferência do N adubo verde para a alfaca crespa (Tabela 11). Continuando a observação sobre o efeito da homeopatia podemos dizer também que na presença do phosphorus CH100 o feijão-de-porco foi a espécie que apresentou menor delta, indicando haver uma interação entre esses dois fatores de estudo. Observa-se também que o álcool 70% também causou efeito fazendo com que o delta da alfaca crespa diminuísse nos tratamentos feijão-de-porco e crotalária-júncea.

Tabela 11. Abundância natural de nitrogênio nas folhas das alfases Gloriosa e Pira-verde em função dos adubos verdes e homeopatia na APTA/Pólo Regional Centro-Sul, (2010/2011).

Delta ¹⁵ N (‰)			
Adubo Verde	Alfaca		Média
	Gloriosa	Pira Verde	
Crotalária-júncea	7,66aA	5,75bB	6,71
Feijão-de-porco	5,61bB	7,11aA	6,36
Feijão-mungo	8,96aA	6,93bA	7,94
Testemunha	8,52aA	7,19aA	7,85
Média	7,69	6,74	
Homeopatia	Alfaca		Média
	Gloriosa	Pira Verde	
1*	7,82aA	6,79bA	7,31
2	7,55aA	6,70aA	7,12
Média	7,69	6,74	
Adubação Verde	Homeopatia*		Média
	1	2	
Crotalária-júncea	7,10aAB	6,31aB	6,71
Feijão-de-porco	6,14aB	6,58aB	6,36
Feijão-mungo	8,38aA	7,51aAB	7,94
Testemunha	7,61aA	8,10aA	7,85
Média	7,31A	7,12	
CV%	12,67		

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem entre si pelo **Teste de Tukey-Kramer** ($p \leq 0,10$). *Legenda: Tratamentos homeopáticos, 1 = Phosphorus 100CH; 2 = Álcool 70% (testemunha)

Observa-se da Tabela 12 a efetiva transferência de nitrogênio do adubo verde, em percentagem, para as alfaces Gloriosa e Pira-verde, indicando uma maior transferência na alface Americana de 40% e de 37% para a cultivar crespa Pira-verde. Houve também o efeito da interação com a homeopatia indicando ser a espécie feijão-de-porco a que transferiu maior percentagem de nitrogênio para a alface.

Nota-se também uma transferência de nitrogênio para a testemunha e isso é devido ao fato da transferência se dar por terra e por ar e nesse caso indica que os canteiros com alface testemunha estavam muito próximos aos com tratamento contendo leguminosas e ocorre uma transferência cruzada contaminando a testemunha. Segundo Dias et. al., 2007 houve transferência de uma leguminosa para uma gramínea em seu estudo de aproximadamente 6 metros o que indica que se um tratamento testemunha não estiver bem afastado dos tratamentos com leguminosas podemos ter uma contaminação na transferência de nitrogênio.

Fica aqui uma sugestão aos pesquisadores que trabalham com experimentação e que querem levantar bons resultados devem respeitar uma distância segura de pelo menos 6 metros da testemunha para os tratamentos com leguminosas a fim de evitar uma contaminação cruzada do nitrogênio vindo da leguminosa.

Tabela 12. Transferência de nitrogênio dos adubos verdes para as folhas das alfaces Gloriosa e Pira-verde em função dos adubos verdes e homeopatia na APTA/Pólo Regional Centro-Sul, (2010/2011).

Transferência de Nitrogênio Média (%) ⁽²⁾			
Adubo Verde	Alface		Média
	Gloriosa	Pira Verde	
Crotalária-juncea	27,29aAB	36,81aA	32,05
Feijão-de-porco	40,39aA	27,49bAB	33,94
Feijão-mungo	17,96aB	27,14aAB	22,55
Testemunha	19,59aB	26,28aB	22,93
Média	26,31	29,43	
Homeopatia	Alface		Média
	Gloriosa	Pira Verde	
1*	26,41aA	29,66aA	28,43
2	26,21aA	29,19aA	27,70
Média	26,31	29,43	
Adubação Verde	Homeopatia		Média
	1	2	
Crotalária-juncea	29,75aAB	34,35aA	32,05
Feijão-de-porco	37,60aA	30,27aA	33,94
Feijão-mungo	20,92aB	24,18aAB	22,55
Testemunha	23,87aB	21,99aB	22,93
Média	28,43	27,70	
CV% [#]	6,89		

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas, diferem entre si pelo **Teste de Tukey-Kramer** ($p \leq 0,10$) *Legenda: Tratamentos homeopáticos, 1 = Phosphorus 100CH; 2 = Álcool 70% (testemunha), ⁽²⁾ estatísticas referentes a dados transformados para Log (X), [#] Coeficiente de Variação referente a dados transformados

CONCLUSÃO:

Alfices:

Em função da massa fresca e da altura das cabeças das alfices conclui-se que os adubos verdes, crotalária-júncea e feijão-de-porco, mostraram-se superiores aos tratamentos com feijão-mungo e testemunha e que o efeito da crotalária-júncea adicionada como palha no tomate teve efeito positivo no aumentando a produtividade e transferência de nitrogênio.

Houve destaque para os adubos verdes feijão-de-porco e crotalária-júncea na transferência do nitrogênio sendo importante para a cultivar Gloriosa e Pira-Verde respectivamente.

Solo:

Houve uma melhoria do solo com os tratamentos adubos verdes e homeopatia onde alguns atributos do solo melhoraram positivamente como o aumento da matéria orgânica do solo.

Tomate Salada:

Houve efeito positivo da crotalária-júncea no peso de frutos comerciais e do menor peso de frutos danificados no tratamento com feijão-de-porco intercalar, indicando ser essa espécie benéfica ao sistema de produção como um todo.

Houve destaque para a crotalária-júncia na transferência de nitrogênio para o fruto do tomate ficando esse valor em torno de 35%

Agradecimentos: Aos Pesquisadores da APTA: Silvio Tavares, Fábio Luis Ferreira Dias e Maria Imaculada Zucchi pelo apoio nos laboratórios e facilidades para a realização desta pesquisa. Ao CNPq Edital 043 e a FAPESP pelo auxílio

REFERÊNCIAS:

AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; GUIRADO, N.; SCHAMMASS, E. A.; MUROKA, T.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, G. M. B. et al. Adubação verde na Agricultura Orgânica In: Filho, O. F. de L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CALORS, J. A. D. **Adubação verde no Brasil: Fundamentos e prática**. 1ed. Brasília: Embrapa, 2014, v. 2, p. 45-80.

AMBROSANO, E. J., SALGADO, G. C., OTSUK, I. P., PRATI, P., HENRIQUE, C. M., & MELO, P. C. T. de. (2018). Organic cherry tomato yield and quality as affect by intercropping green manure. Acta Scientiarum. Agronomy, 40(1), e36530. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.36530>

AMBROSANO, E. J. et al. Adubação verde em sistemas agroecológicos para agricultura familiar. In: Edmilson José Ambrosano et. al, (Org.). Curso de Capacitação em Agricultura Orgânica. 1 ed. Campinas, SP: CATI, 2004, v. 1, p. 32-70.

AMBROSANO, E. J. et al. Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effects on sugarcane yield. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 6, p. 692–701, 2010.

AMBROSANO, E. J. et al. (2011). Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. *Bragantia*, 70(4), 810-818. <https://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400012>

DAMIN, V. ; FRANCO, H. C. J. ; TRIVELIN, P. C. O.. **Avaliação das perdas de N por aveia preta após a aplicação de herbicidas dessecantes**. Em: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. CD-ROM. Viçosa: SBCS, p. 1-4, 2007.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consorcio. *Cência Rural*, v. 37, n. 2, p. 352-356, 2007.

SALGADO et al., (2020) Nitrogen transfer from green manure to organic cherry tomato in a greenhouse intercropping system, *Journal of Plant Nutrition*, 43:8, 1119-1135, DOI: [10.1080/01904167.2020.1724304](https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1724304)

IGUE, K, Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo, In: Adubação Verde no Brasil, Campinas: Fundação Cargil, 1984, p, 232-267.

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,

NEGRINI et al., (2010). Performance of lettuce in sole cropping and intercropping with green manures. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 58-63. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000100011>

PEOPLES, M.B.; CHALK, P.M.; UNKOVICH, M.J.; BODDEY, R.M. Can Differences In 15n Natural Abundance Be Used To Quantify The Transfer Of Nitrogen From Legumes To Neighboring Non-Legume Plant Species? **Soil Biology and Biochemistry**. 87, 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.04.010>

SAKAI, R. H., AMBROSANO, E. J., NEGRINI, A. C. A., TRIVELIN, P. C. O., SCHAMMASS, E. A., & MELO, P. C. T. DE. (2011). N transfer from green manures to lettuce in an intercropping cultivation system - doi: 10.4025/actasciagron.v33i4.6766. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33(4), 679-686. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.6766>

SAS INSTITUTE INC, 2011, SAS/STAT® 9,3 USER’S GUIDE, CARY, NC: SAS INSTITUTE INC,