

Adubação Verde como Fonte Exclusiva de Nutrientes para a Cultura do Milho Orgânico

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

Ramon C. ALVARENGA¹, Ivo JUCKSH², Antonio NOLLA³, Camilo L. T. ANDRADE¹, e José C., CRUZ¹.

¹ Embrapa Milho e Sorgo Caixa Postal 151 35701-970 Sete Lagoas, MG, ramon@cnpmis.embrapa.br, ² Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, MG, ³ Doutorando Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 900001-970 Porto Alegre, RS.

Palavras-chave: Adubo verde, agricultura orgânica, consórcio, cultivo intercalar, adubo orgânico

Introdução

A sociedade está, cada vez mais, exigente em relação a qualidade dos alimentos que consome. Um segmento, cada vez maior, está disposto a pagar mais por produtos saudáveis e sem resíduos tóxicos que não ofereçam riscos à saúde. Em razão disto o mercado de produtos orgânicos está em plena expansão. Assim, produtos com esta certificação recebem melhor remuneração, contribuindo decisivamente para melhoria da renda dos agricultores que optam pela produção orgânica. Outro atrativo diz respeito à garantia de comercialização devido à oferta reprimida.

Para manter a continuidade de unidades de produção orgânica, a geração e adaptação de conhecimentos tecnológicos deverá ser dinâmica de tal modo que permita a sustentabilidade do sistema. Um dos pré-requisitos que deve haver é a diversificação das culturas envolvidas nos sistemas de rotação. Neste sentido a cultura do milho se destaca devido ao seu uso múltiplo na propriedade agrícola havendo necessidade de adequações no manejo cultural para melhoria da eficiência dos sistemas de produção de milho orgânico o que favoreceria outras explorações onde ele é matéria prima essencial como no caso da produção de aves, suínos e mesmo bovino orgânicos. Para isto, a capacidade de suporte nutricional dos solos e a promoção do desenvolvimento vegetativo de espécies em sistemas orgânicos podem ser considerados um dos aspectos fundamentais do processo de produção. Dentro das alternativas econômicas e ambientais para manejo de nutrientes visando a produção de milho orgânico, a adubação verde ocupa lugar de destaque. Reconhece-se o seu papel positivo sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo como também a dinâmica de pragas, doenças e principalmente plantas daninhas, e, ainda, a sua função no manejo e conservação de solo, na recuperação e/ou manutenção de sua fertilidade e potencial produtivo. Há de se considerar, entretanto, que a estratégia de cultivo de adubos verdes e da cultura do milho desempenha papel decisivo sobre a produção da gramínea. Assim, a adubação verde é, quase sempre, implantada na sucessão ou em consórcio (cultivo intercalar) com o milho.

A fertilidade do solo é afetada pelos efeitos dos adubos verdes, como o aumento do teor de matéria orgânica do solo ao longo dos anos, pela adição da fitomassa total; aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes em formas assimiláveis pelas plantas; auxílio na formação de ácidos orgânicos fundamentais ao processo de solubilização dos minerais; diminuição no teor de alumínio trocável; elevação do pH do solo e conseqüentemente diminuição da acidez, principalmente pela ação das leguminosas (Silva et al., 1999).

Estudando a eficiência dos resíduos da mucuna-preta na produtividade do milho, Derpsch (1993) verificou aumentos de 2.520 kg ha⁻¹ em relação à testemunha, que apresentou produção de 2.660 kg ha⁻¹. Viegas et al. (1960), concluíram que a incorporação da fitomassa de mucuna-preta não teve efeito positivo no acúmulo de matéria orgânica, carbono e nitrogênio do

solo, devido a rapidez de decomposição, ocorrendo assim, boa produção de milho. Heinrichs et al. (2002) verificaram, em Latossolo Vermelho eutrófico, maiores rendimentos de grãos de milho consorciado com feijão-de-porco em relação ao consórcio com mucuna anã, guandu anão e crotalária spectabilis. Este incremento foi de 24 e 16% para a leguminosa implantada simultaneamente na entrelinha do milho ou defasado em 30 dias, respectivamente, em comparação à monocultura de milho apenas com fertilização química. Em Latossolo Amarelo de baixa fertilidade, Melo et al. (1993), avaliando o efeito da incorporação de adubos verdes intercalar ao milho, verificaram acréscimos de rendimento do milho da ordem de 31%, 45% e 57% para mucuna-preta, feijão-bravo do Ceará e crotalária, respectivamente, em comparação à testemunha sem adubação verde que produziu 567 kg ha⁻¹.

Este trabalho avaliou a sustentabilidade de produção de milho orgânico em sistema de produção intercalar com adubos verdes os quais se constituíram em fonte exclusiva de nutrientes.

Material e Métodos

O ensaio foi instalado no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, em um Latossolo Vermelho distrófico típico. A área experimental era cultivada com milho em monocultivo fertilizada quimicamente até o ano agrícola 1994/1995. Em outubro de 1995 a área foi preparada com grade aradora e instalado um ensaio sobre adubação verde, onde cinco leguminosas: mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), guandu (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), feijão-bravo do Ceará (*Canavalia brasiliensis*) e lab-lab (*Dolichos lablab*), e um tratamento testemunha com pousio e dois níveis de controle de plantas daninhas foram avaliados. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas com os adubos verdes nas parcelas e o controle ou não das plantas daninhas nas subparcelas. A parcela experimental foi de 25 m² (5x5 m). Este ensaio foi conduzido por dois anos agrícolas (Faveiro, 1998) e constituiu a fase de conversão à agricultura orgânica. A partir deste histórico, sobre as mesmas parcelas de adubos verdes, foi instalado, em dezembro de 1997, outro ensaio que consistiu no cultivo do milho orgânico consorciado com adubação verde intercalar como fonte exclusiva de nutrientes para o milho, com ou sem o controle de plantas daninhas, utilizando-se o mesmo delineamento experimental e disposição dos tratamentos. As parcelas anteriormente deixadas em pousio passaram a constituir o tratamento "Milho sem Adubo Verde". Foram plantadas cinco fileiras espaçadas de 1,0 m. Foi semeada a variedade crioula "Caiano de Sobrália" com uma densidade de 40 mil plantas por hectare. As parcelas onde as plantas daninhas eram controladas, foram capinadas manualmente duas vezes. Aproximadamente 40 dias após o plantio do milho, foram semeadas as espécies de adubos verdes, inoculadas com rizóbio específico, nas entrelinhas. Após a maturidade fisiológica, as plantas de milho eram quebradas e permaneciam no campo até a época de florescimento dos adubos verdes. Nesta ocasião as espigas eram colhidas e as leguminosas manejadas. Este manejo consistia em cortar as leguminosas deixando-as em cobertura sobre o solo até a época do próximo plantio quando a fitomassa seca era triturada, o preparo de solo feito com arado de discos e o terreno sulcado para iniciar novo ciclo de cultivos. Foi avaliada a fertilidade do solo, a imobilização de nutrientes e a fitomassa seca dos adubos verdes no florescimento e a produção de milho com correção de umidade para 13%. Apenas no ano de 2000, o lab-lab foi substituído pela crotalária juncea (*Crotalaria juncea*).

Resultados e Discussão

Na figura 1 são mostradas duas etapas do consórcio milho + adubo verde implantado no ano de 2000. Na parte superior observa-se as leguminosas, já estabelecidas, no período de florescimento do milho. Na parte inferior da figura, o milho já atingiu a maturação e os adubos verdes se encontram em franco crescimento.

Os teores foliares de macronutrientes no milho foram afetados significativamente, apenas pelo manejo cultural das plantas daninhas, sendo que nas parcelas onde elas foram controladas os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre foram

superiores, evidenciando a competição das plantas daninhas. De maneira geral, estes teores foram inferiores aos verificados por Heinrichs et al. (2002). Comparando com teores foliares considerados adequados para culturas produtivas de milho, compilados por vários autores citados por Büll (1993), verifica-se que apenas os teores de enxofre estavam abaixo; os teores de nitrogênio situavam-se no limite inferior e os demais nutrientes apresentaram teores considerados satisfatórios (Tabela 1).

A tabela 2 mostra resultados médios das análises químicas do solo na profundidade de 0 a 20 cm, realizadas em três épocas. A primeira, no início do ensaio, em 1995, antes do semeio das leguminosas (Faveiro, 1998). A segunda, dois anos após, antes do plantio do milho, em 1998, e a terceira época de amostragem foi em 2000. Observa-se num primeiro momento, comparando os resultados de 1995 e 1998, que a adubação verde exclusiva tendeu a aumentar a fertilidade do solo o que pode ser atribuído à mineralização da fitomassa das leguminosas retornando ao solo os nutrientes imobilizados nela. Depois que o milho foi inserido no sistema este passou a exportar nutrientes nos grãos e a produtividade de fitomassa

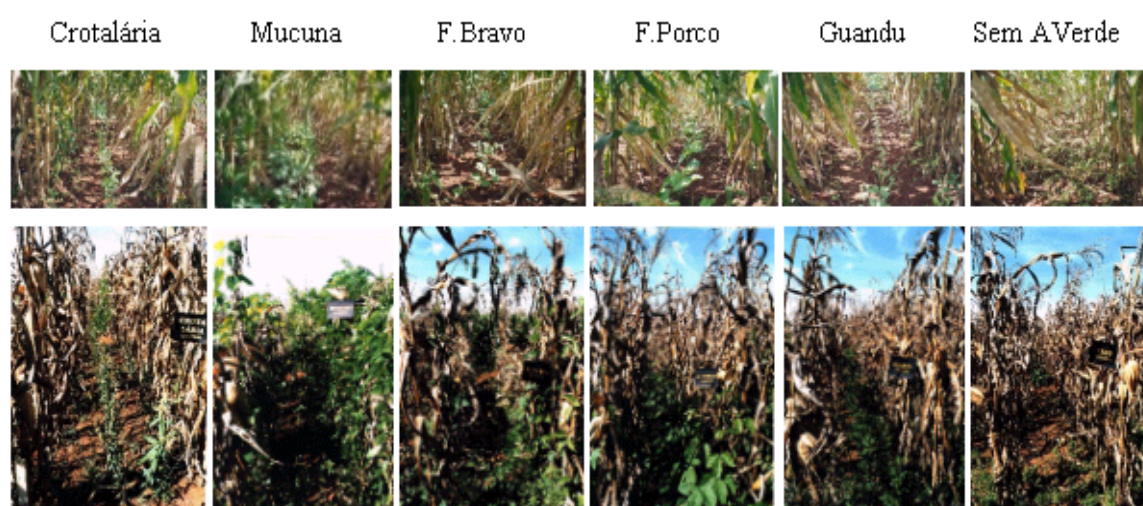


Figura 1- Milho solteiro e consorciado com adubos verdes na fase de florescimento (acima) e de maturação (abaixo). Sete Lagoas, MG, 2000.

Tabela 1- Teores foliares de macronutrientes na cultura do milho consorciado com adubos verdes em comparação aos teores considerados adequados. Sete Lagoas, 2000.

Situação de Comparação	Nutriente					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Adequado*	27,5-32,5	1,9-3,5	17,5-29,7	2,3-4,0	1,5-4,0	1,5-2,1
Milho + Lablab	25,4	2,4	20,2	5,7	1,7	1,3
Milho +Mucuna	28,4	2,6	19,7	6,1	1,8	1,4
Milho +F.Bravo	27,3	2,5	20,9	5,7	1,7	1,3
Milho +F.Porco	28,2	2,5	20,9	5,9	1,7	1,4
Milho +Guandu	26,7	2,3	20,5	5,8	1,6	1,3
Milho S/ Adubo Verde	25,1	2,3	20,1	6,0	1,6	1,2

*Teores foliares considerados adequados para culturas produtivas de milho, compilados por vários autores, citados por Büll (1993).

Tabela 2- Resultados das análises químicas de um Latossolo Vermelho distrófico típico, na profundidade de 0 a 20 cm, em um ensaio de adubação verde exclusiva e no consórcio milho/adubo verde intercalar. Sete Lagoas, 2000.

Adubo Verde	Ano	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	M.O.
			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		dag kg ⁻¹
Inicial	1995	5,7	0,00	3,42	5,01	0,70	74	12	3,30
Lab-lab (Crotalaria)	1998	6,3	0,05	4,41	5,74	0,78	27	10	3,81
	2000	6,3	0,00	3,36	3,85	0,63	30	7	3,01
Mucuna Preta	1998	6,3	0,05	4,59	5,42	0,68	31	10	3,62
	2000	6,0	0,09	3,9	4,15	0,68	53	14	3,51
Feijão- Bravo	1998	6,3	0,07	4,58	5,89	0,81	35	10	3,74
	2000	5,9	0,04	3,61	4,34	0,69	41	16	3,63
Feijão Porco	1998	6,2	0,08	4,76	5,12	0,68	27	10	3,83
	2000	6,1	0,00	4,28	4,8	0,73	38	7	3,30
Guandu	1998	6,2	0,08	4,6	5,76	0,87	35	11	3,83
	2000	5,9	0,04	4,57	5,01	0,86	51	8	3,57
S/ Adubo Verde	1998	6,3	0,07	4,67	5,66	0,75	31	10	3,79
	2000	6,3	0,00	3,48	3,43	0,59	35	7	3,21

Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺: extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; P e K extraídos com Mehlich-1 e reciclagem de nutrientes foi menor nos adubos verdes, à exceção do milho+mucuna. Desse modo a exportação dos nutrientes contribuiu para a ligeira redução do padrão de fertilidade verificado no solo entre o período 1998 e 2000. A menor imobilização temporária dos nutrientes na fitomassa também pode estar contribuindo para o menor nível de nutrição das plantas uma vez que a quantidade de nutrientes prontamente assimiláveis após a mineralização diminui. Somente para o K esta tendência não foi verificada.

O rendimento do milho foi afetado significativamente pela concorrência das plantas daninhas em todos os anos de estudo (Figura 2) sendo que o percentual de redução na produtividade variou de ano para ano. A competição pelos fatores de crescimento entre as plantas espontâneas e o milho foi responsável, em grande parte, por este comportamento, fato este que é bem conhecido. Resultados de literatura relatam que dentre os fatores redutores de produtividade de milho as plantas espontâneas são responsáveis por perdas variáveis de 12% (Cruz e Ramalho, 1983), 32% (Rossi et al., 1996) podendo alcançar índices superiores a 75% em competição drástica (Spader e Vidal, 2000). Não houve interação entre os tratamentos sobre o rendimento de milho (Figura 3). Comparando com a testemunha, nenhum dos adubos verdes promoveu aumento da produtividade do milho (Figura 3). Os baixos rendimentos, mesmo nos tratamentos com controle de espontâneas, podem ser explicados pela ausência de adubação química e pelo baixo potencial genético da cultivar plantada. Sabe-se que a competição, principalmente durante os primeiros quarenta dias de crescimento do milho, afeta

sensivelmente a sua produtividade. Com vistas a minimizar esta competição é que houve a defasagem de pelo menos quarenta dias entre o plantio do milho e das leguminosas. Até que os adubos verdes intercalares se estabeleçam e passem a competir com o milho, este já superou esta fase crítica. Entretanto, Heinrichs et al. (2002) recomendam a semeadura simultânea do milho e do adubo verde pois verificaram que este não prejudica o desenvolvimento do milho e reduz as operações pós-plantio.

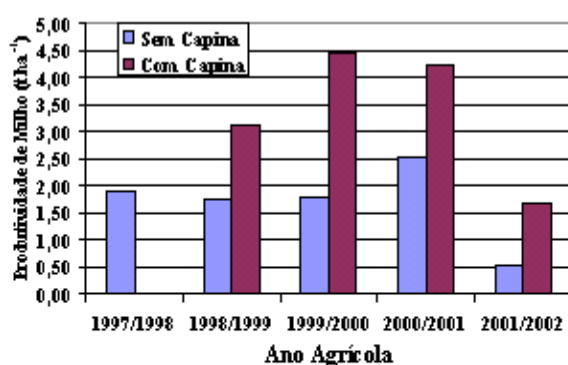


Figura 2- Produção de milho orgânico na presença ou ausência de capina. Sete Lagoas, MG, 2001.

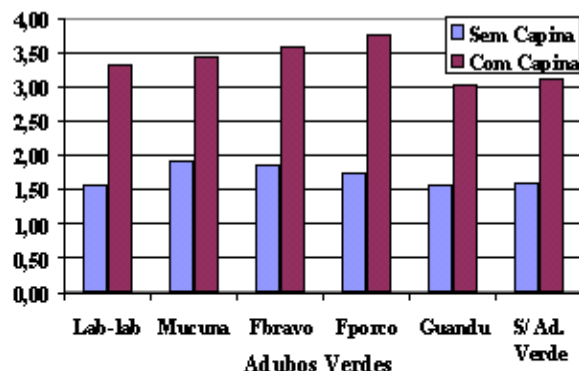
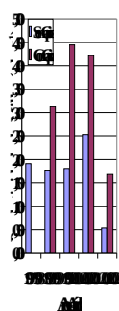


Figura 3- Produção de milho orgânico Intercalar com adubos verdes na presença ou ausência de capina. Sete Lagoas, MG, 2001.



Em função dos resultados alcançados pode-se concluir que os tratos culturais são indispensáveis à cultura do milho e que a adubação verde exclusiva como fonte de nutrientes para o milho orgânico não se mostra uma prática sustentável devendo ser associada a outras fontes orgânicas de nutrientes.

Literatura Citada

- BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. e CANTARELLA, H. (ed) Cultura do milho; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.63-145.
- CRUZ, J.C., RAMALHO, M.A.P. Tração animal no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CNPMS, Sete Lagoas, 1983. P.24-42. (Circular Técnica, 09).
- DERPSCH, R. Sistema de plantio direto em resíduos de adubo verde em pequenas propriedades no Paraguai Desenvolvimento e Difusão. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, 1993, Ponta Grossa, PR. 1993. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993, p.375-386.
- FAVEIRO, C. **Potencial de Plantas Espontâneas e de Leguminosas para Adubação Verde.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. Viçosa, 84p. (Tese M.S.).

HEINRICHS, R., VITTI, G.C., MOREIRA, A., e FANCELLI, A.L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.26,p.225-230, 2002.

MELO, F.B., CARDOSO, M.J., ITALIANO, E.C. e RIBEIRO, V.Q. Comportamento produtivo de leguminosas para adubação verde em sistema intercalar na cultura do milho. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, 1993, Ponta Grossa-PR, 1993, **ANAIS...** Ponta Grossa: IAPAR, 1993, p. 117-122.

ROSSI, I.H., OSUMA, J.A., ALVES, P.L.C.A. e BEZUTE, A.J. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas ea produtividade de sete cultivares de milho. **Planta Daninha**, v.14,n.2, p.134-148, 1996.

SILVA, J.A.A.; DONADIO, L.C.& CARLOS, J.A.D. **Adubação verde em citros**. Jaboticabal: Funep, 1999. 37 p. (Boletim citrícola,9)

VIEGAS, G.P., FREIRE, E.S. e FRAGA JR, C.G. Adubação do milho – ensaios com mucuna intercalar e adubos minerais. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 57, p.909-941, 1960.

SPADER, V.e VIDAL, R.A. Interferência de *Brachiaria plantaginea* sobre características agronômicas, componentes do rendimento e produtividade de grãos de milho. **Planta Daninha**, v.18,n.3, p.465-470, 2000.