

Teores Foliare de Nutrientes e Produção de Milho Orgânico com Cultivo Simultâneo Intercalar de Leguminosas

Luciano R. Queiroz¹, João Carlos C. Galvão², José Carlos Cruz³, Ramon C. Alvarenga³, Antonio Marcos Coelho³, Maurílio F. de Oliveira³, Walter J. R. Matrangolo³ e Flávio D. Tardin³

¹Pós-doutorando UFV/Embrapa, bolsista CNPq, c.p.151, 35701-970, Sete Lagoas-MG, lrodqueiroz@yahoo.com.br, ²Professor Adjunto, Univ. Federal de Viçosa-MG, 36570-000, jgalvao@ufv.br, ³Pesquisador A, Embrapa Milho e Sorgo, c.p. 151, 35701-970, Sete Lagoas-MG

Palavras-chave: Agroecologia, consórcio, nutrição mineral, sustentabilidade e *Zea mays*.

O incremento da participação da agricultura orgânica no mercado nacional e internacional, e a dependência de sua certificação às normas padronizadas têm levado os produtores na investigação de tecnologias para o manejo orgânico. A agricultura orgânica apresenta-se como um mercado inovador em decorrência da baixa dependência em relação aos insumos externos, do aumento de valor agregado ao produto, e de propiciar a conservação dos recursos naturais e do ambiente, criando oportunidades de geração de empregos em comunidades de agricultores.

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio (N) e, requer adubação nitrogenada para completar a quantidade suprida pelo solo. Apesar de ser macronutriente, o nitrogênio não tem ainda um critério de recomendação por meio de análise de solo. A maioria das recomendações da quantidade de N a ser aplicada são baseadas na definição prévia da produtividade esperada, assim como do conhecimento da quantidade relativa de nitrogênio fornecida pelo solo (teor de matéria orgânica) e dos resíduos das culturas anteriores (Coelho et al., 2002).

O nitrogênio, entre os elementos essenciais, é o que mais limita o desenvolvimento e o rendimento do milho. Esta limitação ocorre porque as plantas demandam quantidades relativamente grandes de N (de 1,5% a 3,5% da matéria seca da planta) e porque a maioria dos solos não possui N suficiente em forma disponível para sustentar os níveis de produção desejados. Já que a deficiência de N pode diminuir o rendimento e a qualidade dos grãos, buscam-se medidas de adubação para assegurar que níveis adequados estejam disponíveis às plantas.

A utilização de leguminosas como forma de melhorar a fertilidade natural dos solos tem sido uma prática bastante recomendada nas regiões tropicais, destinadas à produção de alimentos básicos. O processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) é a principal fonte de N para o crescimento e desenvolvimento das leguminosas. Na agricultura orgânica, o solo é visto como um organismo vivo que deve ser protegido e alimentado, por isto o manejo orgânico privilegia práticas que garantam um fornecimento constante de matéria orgânica fundamental para a construção da fertilidade do solo em seu sentido mais amplo. Ou seja, maneja-se o solo para estimular as atividades biológicas para que cresçam plantas bem nutridas que forneçam alimentos balanceados e saudáveis.

A agricultura orgânica prioriza o uso de recursos naturais renováveis, localmente disponíveis, para diminuir a dependência do produtor por insumos externos e poupar recursos naturais não renováveis. Por exemplo, neste contexto, o processo biológico de fixação de N₂ é a fonte primordial de N para os sistemas orgânicos, capaz de garantir a produtividade das culturas e o manejo adequado do solo, determinando garantia de sustentabilidade do sistema de produção.

O estabelecimento de sistemas orgânicos competitivos de produção de milho é essencial para viabilizar a produção de ovos, leite e carne orgânica. Contudo, a entrada e ou a manutenção de unidades de produção orgânica, depende, continuamente, da geração e adaptação de conhecimentos tecnológicos que permitam a sustentabilidade do sistema. O desenvolvimento de sistemas agrícolas de produção, com ênfase na sustentabilidade, constitui estratégia importante para os produtores que queiram otimizar a produção orgânica.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito dos adubos verdes cultivados simultaneamente em consórcio sobre os teores foliares de macronutrientes e sobre os componentes da produção de milho em sistema orgânico.

Em 07/novembro/2007 foi semeado experimento com leguminosas anuais herbáceas consorciadas com a cultura do milho, no Campo Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG. No solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, em que se conduziu o ensaio foram realizadas análises para a caracterização física e química inicial (Brasil, 1997) e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1. Por dez anos, essa área experimental está sob cultivo, sem receber aplicações de adubos químicos industrializados e calagem.

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e avaliadas cinco espécies de leguminosas para adubação verde: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mucuna-preta (*Mucuna aterrinum* (Bort.) Merr.), mucuna anã (*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr.) e *Crotalaria juncea* L., além da testemunha com milho solteiro.

Tabela 1. Análise química e física do solo antes da instalação do experimento

pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	MO	S.B.	T	m	V
	mg/dm ³		cmol _c /dm ³			dag/kg	cmol _c /dm ³		%	
5,7	11	108	4,6	0,9	4,0	3,97	5,79	9,8	0	59
	areia		silte		argila		Classe textural			
%	14		1		85		Muito argiloso			

S.B.= Soma de bases; T = CTC a pH 7,0; m = saturação de alumínio; V = saturação de bases

O tamanho da parcela foi de 5 linhas x 5 m, sendo que o milho foi cultivado no espaçamento de 0,9 m entre linhas e o adubo verde (com inoculação de rizóbio específico para cada espécie de leguminosa) semeado simultaneamente na entrelinha. Foi considerada como área

útil as duas linhas centrais de milho, descartados 0,5 m das suas extremidades. As leguminosas apresentaram estandes variáveis de acordo com a espécie utilizada (Tabela 2).

Tabela 2. Leguminosas empregadas no consórcio com milho verde. Sete Lagoas-MG

Espécies	Estande n°plantas.m ⁻¹	Época de semeadura
Mucuna preta <i>Mucuna aterrinum</i> (Bort.) Merr.	10	simultânea com o milho
Guandu <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp	10	simultânea com o milho
<i>Crotalaria juncea</i> L.	20	simultânea com o milho
Feijão-de-porco <i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.	10	simultânea com o milho
Mucuna anã <i>Mucuna deeringiana</i> (Bort.) Merr.	10	simultânea com o milho
Testemunha	-	Milho solteiro

A população de plantas de milho foi de 50.000 ha⁻¹, utilizando-se uma cultivar experimental destinada a produção de milho verde, desenvolvida pela EMBRAPA (HT MV 02). O manejo fitossanitário da cultura foi realizado, adotando-se aquelas preconizadas pelas normas de produção orgânica, sendo que não se adicionou qualquer fonte de adubo, exceto os adubos verdes.

Por ocasião do início do florescimento, o material da parte aérea foi coletado e pesado para se determinar o peso da matéria fresca das leguminosas. Fez-se a amostragem deste material para se obter o teor de água e o peso da matéria seca da biomassa vegetal e determinação dos teores e acúmulo de macronutrientes no material podado.

Foram determinados os teores de macronutrientes nas folhas do milho amostradas por ocasião do florescimento (50% das plantas no embonecamento). Para determinação dos teores de macronutrientes foi tomada a folha oposta e abaixo da primeira espiga de dez plantas, amostradas ao acaso, por unidade experimental. O material foi submetido à secagem, em estufa com circulação forçada de ar, à 65°C por 72 horas.

Foi pesada amostra de 100 mg da matéria seca das folhas de milho e da parte aérea das leguminosas para as determinações de macronutrientes. Fez-se a digestão sulfúrica (Linder, 1944) seguida da avaliação colorimétrica, utilizando-se o reagente de Nessler, para a determinação do N-orgânico (Jackson, 1965), do método da vitamina C para se determinar o P (Braga & Defelipo, 1974) e a fotometria de chama para o potássio. As determinações dos demais macronutrientes foram realizadas de acordo com Brasil (1997).

Foi determinada a altura de plantas do milho, altura de espigas, o estande final, o número total de espigas por parcela, a massa de espigas despalhadas (kg ha⁻¹), e produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

A colheita das espigas maduras foi realizada quando os grãos apresentavam teor de umidade de aproximadamente 20%. Em seguida, as espigas foram despalhadas e postas para secar ao sol, pesadas, quando, então, foram debulhadas, pesados os grãos e determinada a umidade dos grãos para correção da produtividade para a umidade de 13,5%.

A fim de se detectar o efeito dos tratamentos, realizou-se a análise de variância. Em caso de efeitos significativos foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As características avaliadas, altura média de plantas, altura média de espigas, população final de plantas e número de espigas por planta, não apresentaram médias com

diferenças significativas entre os diversos tratamentos. Suas médias gerais e coeficientes de variação foram, respectivamente, 2,15 m/3,8%; 1,19 m/5,8%; 48.200 plantas.ha⁻¹/7,8% e 1,09 espigas por planta/18,4%.

Verificou-se teores de N, Ca e S inferiores nas folhas do milho consorciado com a crotalária (Quadro 1), em relação aos demais consórcios. Provavelmente, devido ao maior efeito competitivo dessa leguminosa que se desenvolveu vigorosamente desde o início de seu estabelecimento na área, exercendo maior concorrência que as demais espécies estudadas.

Quadro 1. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas folhas de milho cultivado em consórcio com leguminosas intercalares e valores médios da produtividade de espigas sem palha (ProdES), produtividade de grãos (ProdGR). Sete Lagoas-MG, safra 2007/2008

Consórcio	N	P	K	Ca	Mg	S	ProdES	ProdGR
	%						Kg.ha ⁻¹	
M+Crotalária	1,97 ^B	0,21 ^A	1,72 ^A	0,48 ^B	0,16 ^A	0,13 ^B	4700 ^B	3850 ^B
M+Guandu	2,48 ^{AB}	0,20 ^A	1,79 ^A	0,59 ^{AB}	0,17 ^A	0,17 ^A	7412 ^A	6200 ^A
M+Feijão-de-porco	2,36 ^{AB}	0,20 ^A	1,84 ^A	0,59 ^{AB}	0,18 ^A	0,17 ^A	6355 ^A	5324 ^A
M+Mucuna anã	2,33 ^{AB}	0,17 ^A	1,70 ^A	0,58 ^{AB}	0,17 ^A	0,15 ^{AB}	6351 ^A	5235 ^A
M+Mucuna preta	2,52 ^A	0,22 ^A	1,87 ^A	0,62 ^A	0,19 ^A	0,17 ^A	7160 ^A	6012 ^A
Milho solteiro	2,50 ^A	0,18 ^A	1,82 ^A	0,58 ^{AB}	0,17 ^A	0,15 ^{AB}	6611 ^A	5501 ^A
CV (%)	14,0	13,4	8,9	13,1	15,7	12,0	14,4	15,2

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a de 5% de probabilidade

Apesar dos valores diferenciados, o teor foliar de N em todos os tratamentos ficou abaixo da faixa adequada de 2,75 a 3,25% para a cultura no milho, segundo Malavolta et al. (1997). No campo esse fato foi comprovado visualmente em todos os tratamentos, sendo observado amarelecimento da extremidade foliar para a base em forma de “V”.

Os teores foliares de P no milho ficaram fora da faixa adequada (0,19 a 0,35%), segundo Malavolta et al. (1997), somente nos tratamentos em que o consórcio foi com a mucuna anã e no milho solteiro. Não ocorreu efeito dos tratamentos sobre os teores foliares de P, possivelmente, em função do baixo conteúdo de P na biomassa das leguminosas. Também Heinrichs et al. (2002), não encontraram diferenças entre os teores foliares de P no milho consorciado com leguminosas, no primeiro ciclo de cultivo. Entretanto, esses autores realizaram a pesquisa num Nitossolo Eutrófico, onde todos os tratamentos receberam fertilizantes.

Os teores foliares de K no milho não foram influenciados significativamente pelas leguminosas, sendo que os tratamentos com a presença da crotalária e mucuna anã

resultaram em teores foliares de K abaixo da faixa adequada (1,75 a 2,97%), segundo Malavolta et al. (1997).

Verificou-se que no consórcio do milho com a crotalária obtiveram-se as menores produtividades de grãos e de espigas sem palha, provavelmente em razão do maior efeito competitivo dessa espécie o que é comprovado pelos menores teores foliares apresentados. Por outro lado, Heinrichs et al. (2002; 2005) avaliando o efeito de leguminosas cultivadas intercaladas com o milho, concluíram que no primeiro ano de cultivo, o rendimento de grãos de milho não foi influenciado pelo consórcio com adubos verdes, no entanto, no segundo, a produtividade foi beneficiada pelo consórcio com feijão de porco, pelo efeito da fitomassa acumulada.

De maneira geral, considera-se boas as produtividades obtidas, pois estão bem acima da média nacional, aliado ao benefício da fertilização adicionada pela fitomassa da leguminosas e a não utilização de insumos como fertilizantes industrializados, o que reduz substancialmente os custos de produção deixando o sistema de baixo risco econômico, aliado.

Referências bibliográficas

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21: 73-85, 1974.

BRASIL, Ministério da Agricultura **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPQ, 1997. 212 p.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho nutrição e adubação**. Embrapa/CNPMS, 2002. Comunicado Técnico, 44.12p.

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

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A.; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E.J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 29:71-79, 2005.

JACKSON, M. L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACKSON, M. L. (Ed.). **Soil chemical analysis**. Erglewood Chiffis, Pretince Hall, p.195 – 196, 1965.

LINDER, R. C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. **Plant Physiology**, 19: 76-89, 1944.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações** . Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.