



Estado nutricional de plantas de milho adubadas com composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes, safra 2014⁽¹⁾.

Maria Diana Melo⁽²⁾; Anacláudia Alves Primo⁽³⁾; Graziella de Andrade Carvalho Pereira⁽³⁾; Lucas Vasconcelos Vieira⁽⁴⁾; Ademir Silva Menezes⁽⁵⁾; Henrique Antunes de Souza⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FUNCAP e Embrapa,

⁽²⁾ Graduanda em Zootecnia; Universidade Estadual Vale do Acaraú; Sobral, Ceará; diana.amello@hotmail.com;

⁽³⁾ Mestranda em Zootecnia; Universidade Estadual Vale do Acaraú;

⁽⁴⁾ Mestrando em Produção Vegetal; Universidade do Arkansas;

⁽⁵⁾ Mestrando em Agronomia; Universidade Federal do Ceará;

⁽⁶⁾ Pesquisador; Embrapa Caprinos e Ovinos.

RESUMO: A avaliação do estado nutricional das plantas é uma ferramenta para verificação de fertilizantes no desenvolvimento das culturas, assim, objetivou-se determinar o estado nutricional de plantas de milho, na safra de 2014, submetidas à aplicação de doses de composto orgânico oriundo de resíduos da produção e abate de caprinos e ovinos. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com cinco doses de composto mais um tratamento adicional com adubação mineral, com quatro blocos. A avaliação do estado nutricional do milho (teores de macro e micronutrientes) foi realizada coletando-se o terço central da folha da base da espiga, na fase do pendramento, realizando-se ainda análise do índice SPAD, com uso de clorofilômetro. Para a safra de 2014 as doses de composto influenciaram os teores foliares de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre e índice SPAD. Os teores de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, cobre, ferro, manganês e índice SPAD estiveram abaixo dos valores obtidos para a adubação mineral.

Termos de indexação: *Zea mays*, compostagem, adubação orgânica.

INTRODUÇÃO

A avaliação de insumos para aporte de nutrientes em culturas agrícolas se faz necessária. Considerando que a produção de pequenos ruminantes gera uma quantidade de resíduos (despojos, fezes, carcaças, etc.) que pode ser tratado por meio de compostagem, criando um material com elevados teores de nutrientes, este poderá ser utilizado como fertilizante para adubação de diversas culturas, dentre estas o milho.

Levando-se em consideração que a reduzida produtividade da cultura do milho em regiões semiáridas pode estar relacionada à baixa

nutrição mineral das plantas, o uso de compostos orgânicos para adubação de culturas poderá contribuir para aumentar os níveis de produção. Segundo Malavolta et al. (1997) o motivo principal para analisar folhas em determinados períodos fenológicos de uma cultura é que elas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional, ou seja, que respondem mais as variações no suprimento de determinado nutriente, seja pelo solo, seja pelo adubo.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa determinar o índice SPAD, os teores macro e micronutrientes de plantas de milho, cultivada em condições de sequeiro, adubadas com composto proveniente de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Centro de Convivência com o Semiárido da Embrapa Caprinos e Ovinos. O clima da região é do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28°C e a precipitação média de 759 mm ano⁻¹.

O composto aplicado neste estudo foi produzido por compostagem utilizando despojo (sólido) de abatedouros de caprinos e ovinos acrescido de 1,5 a 2,0 vezes da mistura de 50% de esterco da limpeza de apriscos e 50% de rejeitado de comedouro (capim elefante triturado e poda de árvore), com 50% de umidade. O período de produção do composto foi de aproximadamente 120 dias. Suas características químicas estão apresentadas na **Tabela 1**.

As sementes de milho empregadas no ensaio foram da variedade BRS Gortuba. Antes da implantação do ensaio coletou-se na área experimental amostras de solo para avaliação de



atributos químicos e físicos nas camadas de 0-0,20 e 0,20-0,40m de profundidade, cujos resultados estão apresentados nas **Tabelas 2 e 3**.

Em relação ao resultado da análise de solo apresentado na **Tabela 2**, segundo Alvarez et al. (1999) o pH apresenta para classificação agrônômica a interpretação alta; para P; K; Ca; Mg; SB; CTC e V as classificações se encontravam como muito bom; para M.O.; H+Al e Al as classificações foram baixo; muito baixo e baixo, respectivamente. Logo, verifica-se que o solo trabalhado não necessitava de aplicação de calcário e apresentava teores satisfatórios de cátions básicos e fósforo.

As aplicações do composto ao solo foram realizadas com base no teor de nitrogênio (N), nutriente presente em valores satisfatórios no composto e na quantidade necessária à cultura do milho para uma produtividade em torno de 8 t ha⁻¹ de grãos, cujo valor total foi de 110 kg ha⁻¹ de N (soma dos valores recomendados para adubação de plantio – 30 kg ha⁻¹ de N e cobertura - 80 kg ha⁻¹ de N) (Alves et al., 1999). Portanto, foram empregadas 5 doses do composto orgânico, sendo os valores em t ha⁻¹: 3 (metade da dose padrão); 6 (a dose padrão); 9 (uma vez e meia a padrão); 12 (duas vezes a padrão) e 24 (quatro vezes a padrão), além de tratamento adicional com fertilizantes minerais. Os tratamentos relativos às doses do composto não receberam adubo mineral, exceto o tratamento adicional que recebeu 110 kg ha⁻¹ de N (30 kg no plantio e 80 kg em cobertura) na forma de uréia, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo e 30 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 6 tratamentos (5 doses de composto mais o tratamento adicional), com 4 blocos, totalizando 24 parcelas.

As parcelas experimentais foram compostas por 6 linhas de plantio com espaçamento de 0,80 m entre linhas e 5 m de comprimento. A área útil constituiu-se das quatro linhas centrais desconsiderando-se 0,5 m em cada extremidade. A aplicação do composto foi realizada manualmente e em toda a área da parcela de acordo com o tratamento respectivo. A avaliação do estado nutricional do milho foi realizada coletando-se o terço central da folha da base da espiga, na fase do pendoamento (50% das plantas pendoadas) segundo Cantarella et al. (1997), coletou-se 6 folhas por parcela. Na mesma coleta procedeu-se análise do índice SPAD nesta folha diagnóstica (no meio do limbo foliar evitando-se a nervura principal), com o uso do clorofilômetro modelo Minolta SPAD 502. Os procedimentos para análise de macro e

micronutrientes foram executados segundo Bataglia et al. (1983). As avaliações foram realizadas na safra de 2014, cujo plantio foi realizado em março e a colheita em julho.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Pr<0,05) e, quando houve efeito significativo foi realizada a análise de regressão para doses. Para o tratamento adicional foi realizado contraste ortogonal. Utilizou-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra de 2014 as doses de composto influenciaram os teores foliares de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre e índice SPAD e para a análise de contraste houve significância para nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, cobre, ferro, manganês e índice SPAD em que para todas estas variáveis o adubo mineral proporcionou maiores valores em comparação ao fertilizante orgânico (**Tabela 4**). O resultado obtido para a análise de contraste é importante, pois auxilia na verificação de possíveis complementações de nutrientes a serem feitas com adubos minerais. Adubos orgânicos apresentam a vantagem de conterem vários elementos e em diferentes quantidades em função de sua natureza e produção, no entanto, os mesmos são desbalanceados do ponto de vista nutricional para as plantas, necessitando que suas deficiências sejam sanadas com a adubação mineral.

Comparando os teores obtidos com as faixas preconizadas com a literatura (Cantarella et al., 1997), para doses de composto os teores que estiveram abaixo dos valores de referência foram de nitrogênio, magnésio e boro.

Na **Tabela 5** são apresentadas as equações de regressão e o coeficiente de determinação das variáveis que apresentaram significância em função das doses de composto, observou-se incremento para os teores foliares de N, Mg, S e índice SPAD. Para teor de fósforo o ponto de máximo foi obtido com a dose de 18,9 t ha⁻¹ de composto orgânico. Com relação ao índice SPAD, Argenta et al. (2001, 2004) relacionam a estreita relação entre o teor de nitrogênio e o índice SPAD, ainda, os autores propõem o valor de 55,3 unidades do índice SPAD como nível crítico. Logo, é possível afirmar que os resultados obtidos para teor de N e índice SPAD são coerentes em função dos ajustes verificados (linear crescente), pois não atingiram o nível crítico propostos por Cantarella et al. (1997) e Argenta et al. (2004); logo, maiores valores de composto orgânico poderiam ser empregados que consequentemente influenciaria na produção, haja vista que o nitrogênio é o nutriente mais exportado pela cultura do milho (Von Pinho et al.,



2009). Justifica-se, ainda, os resultados obtidos para macronutrientes (N, P e S), ou seja, o incremento com as doses aplicadas, pois conforme Malavolta (2006) a matéria orgânica é fonte de N, P, S e B.

CONCLUSÕES

As doses de composto incrementaram os teores foliares para nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre, e para índice SPAD, no entanto, os teores de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, cobre, ferro, manganês e índice SPAD estiveram abaixo dos valores obtidos para a adubação mineral.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Embrapa Caprinos e Ovinos, FUNCAP e Governo do Estado do Ceará.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – 5º Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – 5º Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 13, p. 158-167, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Leaf relative chlorophyll content as na indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. Ciência Rural, v. 34, p. 1379-1387, 2004.

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Absorção de nutrientes pela soja. Campinas: IAC, 1978. 36 p. (Boletim técnico, 41).

CANTARELLA, H., RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, p. 1.039-1.042, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 8, p. 157-173, 2009.

Tabela 1. Características químicas do composto.

Nt	N inorg.	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	C	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			g kg ⁻¹					
20,3	355	250	105	175	9	16	22	6	2,8
B	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	Umidade	SV	pH (CaCl ₂)	
mg kg ⁻¹						%			
20	30	2.051	175	138	9	10	7	7	

Nt – nitrogênio total; N inorg. – nitrogênio inorgânico (N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺); N-NO₃⁻ - nitrato; N-NH₄⁺ - amônio; C – carbono; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; Zn – zinco; SV – sólidos voláteis.

Tabela 2. Atributos químicos do solo da área experimental.

Solo	pH (água)	N Total	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	m	PST	C.E.
Camada (m)		--- g kg ⁻¹ ---	---	-- mg kg ⁻¹ --				----- mmol _c kg ⁻¹ -----					----- % -----			dS m ⁻¹
0-0,20	6,1	0,63	10,03	87	249	14	65	60	16,5	1	132	149	89	1	1	0,31
0,20-0,40	6,0	0,61	9,83	15	121	21	66	51	19,8	1	121	141	85	1	1	0,35

N total – nitrogênio total; P – fósforo; K – potássio; Na – sódio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; H+Al – acidez potencial; Al – alumínio; SB – soma de bases; T – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio; PST – porcentagem de sódio trocável; C.E. – condutividade elétrica.

Tabela 3. Atributos físicos do solo da área experimental.

Solo	Ds	Dp	PT
Camada (m)	g cm ⁻³		%
0-0,20	1,6	2,6	36
0,20-0,40	1,5	2,60	44

Ds – densidade do solo; Dp – Densidade de partículas; PT – porosidade total.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da análise foliar referente à safra 2014.

Doses	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Índice SPAD
t ha ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
3	18,9	2,78	17,2	2,8	0,95	2,18	11	9	103	19	24	46,9
6	18,7	3,16	17,4	3,0	0,96	1,78	10	9	76	19	23	45,4
9	20,8	3,40	17,5	2,9	0,98	2,10	10	7	82	18	20	45,6
12	21,5	3,64	16,4	3,2	1,11	2,38	8	9	92	22	26	51,8
24	22,9	3,73	16,4	3,2	1,23	2,70	6	10	84	21	22	53,8
F	3,85*	5,88**	1,91ns	2,63ns	6,74**	4,57*	0,73ns	2,56ns	2,61ns	1,09ns	0,82ns	3,17*
CV (%)	8,9	9,5	4,7	7,3	9,1	14,4	56,1	13,8	14,8	17,2	22,6	8,9
Contraste (doses vs ad. mineral)												
Doses (média)	20,6	3,34	17,0	3,0	1,05	2,23	9	9	87	20	23	48,7
Ad. Mineral	25,7	3,23	18,08	3,4	1,10	2,83	10	105	23	29	7	58,2
F	20,32**	0,42 ^{ns}	5,14*	4,67*	0,52 ^{ns}	13,02**	0,62 ^{ns}	6,30**	5,63*	19,30**	0,01 ^{ns}	18,42**

^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 5. Equações e coeficiente de determinação dos teores foliares de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre e índice SPAD em função de doses de composto orgânico.

N	$y = 0,2034x + 18,363$	0,87
P	$y = -0,0041x^2 + 0,1551x + 2,3571$	0,99
Mg	$y = 0,0144x + 0,8904$	0,93
S	$y = 0,0349x + 1,8512$	0,69
Índice SPAD	$y = 0,4053x + 44,323$	0,73