

Absorção de Macronutrientes pela Cultura do Milho sobre Diferentes Coberturas
Wander Luis Barbosa Borges^{1,7}, Rogério Soares de Freitas², Gustavo Pavan Mateus⁴, Marco Eustáquio de Sá⁵, Marlene Cristina Alves⁶ e Edvaldo Novelli Gomes³

^{1,2,3}Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Votuporanga, SP
¹wanderborges@apta.sp.gov.br, ²freitas@apta.sp.gov.br e ³edvaldonovelli@apta.sp.gov.br
⁴Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Andradina, SP. gpmateus@apta.sp.gov.br
^{5,6}Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP. ⁵mesa@agr.feis.unesp.br e
⁶mcalves@agr.feis.unesp.br ⁷Doutorando do PPGA da Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP.

RESUMO - O sucesso do sistema de semeadura direta depende da manutenção de cultivos capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a absorção de macronutrientes pela cultura do milho, sobre diferentes coberturas, na região Noroeste Paulista. Os experimentos foram instalados em Votuporanga, SP e Ilha Solteira, SP, em março de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, com as seguintes coberturas de solo: sorgo, milheto, capim sudão, híbrido de sorgo com capim sudão, *Urochloa ruziziensis* e pousio. Em relação aos teores foliares de nutrientes, as diferentes coberturas diferiram entre si, ao nível de 5% de probabilidade, somente em Votuporanga, com a *Urochloa ruziziensis* apresentando o maior teor de magnésio e diferindo do sorgo e do híbrido de sorgo com capim sudão, e com o sorgo apresentando o maior teor de enxofre, e diferindo da *Urochloa ruziziensis*. As diferentes coberturas influenciaram a absorção de magnésio e de enxofre com a *Urochloa ruziziensis* e o sorgo propiciando os maiores teores, respectivamente.

Palavras-chave: *Zea mays* L., manejo conservacionista, sistema de semeadura direta.

Introdução

O sucesso do sistema de semeadura direta depende da manutenção de cultivos capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno (CERETTA et al., 2002). Porém a formação e manutenção de cobertura morta é um dos principais entraves ao estabelecimento do sistema de semeadura direta nos trópicos, onde as altas temperaturas, associadas à umidade adequada, promovem a decomposição rápida dos resíduos vegetais; e a cobertura morta, resultante dos

restos culturais de culturas anteriores e de plantas daninhas, geralmente é insuficiente para a plena cobertura do solo (STONE et al., 2006). Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais que tenham decomposição mais lenta, o que significaria manter o resíduo protegendo o solo por maior período de tempo (CERETTA et al., 2002). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a absorção de macronutrientes pela cultura do milho, sobre diferentes coberturas, na região Noroeste Paulista.

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em março de 2008, em um Latossolo Vermelho-Escuro textura média, em Votuporanga, SP e em um Latossolo Vermelho muito argiloso, em Ilha Solteira, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições.

Nas parcelas principais de 8,1 m de largura por 10 m de comprimento, foram implantadas as seguintes coberturas de solo: sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivar DKB 550; milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) Leek) cultivar BN 2; capim sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) cultivar comum; híbrido de sorgo com capim Sudão (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) cultivar Cover Crop e *Urochloa ruziziensis* (Syn. *Brachiaria bryzantha*) cultivar comum. Os espaçamentos utilizados e o gasto de sementes das plantas de coberturas estão apresentados na Tabela 1. Também se utilizou um tratamento testemunha deixando-se quatro parcelas em pousio de 8,1 m de largura por 10 m de comprimento, composta principalmente por *Cenchrus echinatus* L. e *Digitaria horizontalis* Willd, nos dois locais.

Após preparo convencional do solo, foi realizada a semeadura das plantas de cobertura em março de 2008. No final do mês de julho de 2008 as plantas de cobertura foram roçadas e no início de novembro realizou-se a primeira dessecação e vinte dias após a segunda. Após as dessecações foi semeada a cultura da soja em sistema de semeadura direta. A colheita da soja foi realizada em abril de 2009 e após a colheita foi realizada nova dessecação e amostragem do solo para fins de fertilidade, na camada de 0-0,20 m, nos dois locais de cultivo, e os resultados das análises encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

No segundo ano de estudo, a semeadura das plantas de cobertura foi realizada nos dias 13/04/2009, em Ilha Solteira e 18/05/2009, em Votuporanga, manualmente sobre a palhada de soja cultivada anteriormente, utilizando-se 300 e 275 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16, em Votuporanga e Ilha Solteira, respectivamente. As adubações foram novamente realizadas

em todos os tratamentos, inclusive nas parcelas em pousio. No final do mês de julho de 2009 as plantas de cobertura foram roçadas, e dessecadas na pré-semeadura do milho.

Em Votuporanga, a semeadura do milho foi realizada em 14/12/2009, utilizando-se o híbrido DKB 350, com 5,1 sem m⁻¹, no espaçamento de 0,8 m. Na adubação de semeadura, utilizou-se 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-20-20. As adubações de cobertura foram realizadas em 30/12/2009 e 11/01/2010, utilizando-se 250 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Em Ilha Solteira, a semeadura do milho foi realizada em 25/11/2009, utilizando-se o híbrido DKB 350, com 6,0 sementes m⁻¹, no espaçamento de 0,8 m. Na adubação de semeadura, utilizou-se 320 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-20-20. As adubações de cobertura foram realizadas em 15/12/2009, utilizando-se 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 20-00-20, e em 22/12/2009, utilizando-se 175 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Foi realizado todo o tratamento fitossanitário necessário para o bom desenvolvimento da cultura. As adubações foram realizadas conforme Boletim Técnico 100 (Raij et al., 1997).

A colheita do milho foi realizada em 15/04/2010 em Ilha Solteira, e em 26/04/2010 em Votuporanga, avaliando-se a altura de plantas, altura de inserção de espiga, estande final ha⁻¹, número de espigas ha⁻¹, massa de cem grãos e produtividade de grãos, colhendo-se 2 linhas de 3 m por parcela.

Resultados e Discussão

Os teores de nutrientes acumulados pelas plantas de cobertura foi obtido pela multiplicação da quantidade de matéria seca acumulada (kg ha⁻¹) pelo teor de nutriente absorvido (g kg⁻¹), em Votuporanga e Ilha Solteira, constam das Tabelas 5 e 6, respectivamente.

A coleta de folhas de milho para análise de macronutrientes foi realizada no aparecimento da inflorescência feminina (embonecamento), retirando-se a folha inteira oposta e abaixo da primeira espiga (superior), excluindo-se a nervura central, conforme Coelho e França (1995), e os resultados estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Em relação aos teores foliares de nutrientes, as diferentes coberturas diferiram entre si, ao nível de 5% de probabilidade, somente em Votuporanga, com a *Urochloa ruziziensis* apresentando o maior teor de magnésio e diferindo do sorgo e do híbrido de sorgo com capim sudão, e com o sorgo apresentando o maior teor de enxofre, e diferindo da *Urochloa ruziziensis*. O teor foliar de nitrogênio, nos dois locais, e o de enxofre, em Ilha Solteira, ficaram abaixo do recomendado, segundo Raij et al. (1997), apesar da elevada quantidade de nitrogênio e de enxofre disponibilizada pelas plantas de cobertura, superior a 160 e 18 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabelas 5 e 6) e das adubações de semeadura e de cobertura realizadas.

Os resultados de altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, estande final ha^{-1} , número de espigas ha^{-1} , massa de cem grãos e produtividade de grãos da cultura do milho encontram-se nas Tabelas 9 e 10. Em Votuporanga, o capim sudão e a *Urochloa ruziziensis*, propiciaram menor desenvolvimento em altura, a *Urochloa ruziziensis* menor altura de inserção e o capim sudão, menor massa de cem grãos e menor produtividade de grãos ha^{-1} . Esta menor produtividade de grãos de milho sobre a palhada de capim sudão, em relação a do milheto e a do pousio, pode estar relacionada a maior quantidade de matéria seca deste, presente no momento da semeadura do milho, conforme Tabela 4, o que pode ter diminuído os teores de nitrogênio do solo, devido a sua utilização por microorganismos na decomposição da palha. Segundo Ros e Aita (1996) para utilizar o C na biossíntese e também como fonte de energia, os microrganismos do solo imobilizam o N da palha, inclusive parte do N mineral do solo, diminuindo a sua disponibilidade para o milho. Em Ilha Solteira, a *Urochloa ruziziensis* apresentou menor número de espigas ha^{-1} e diferiu do capim sudão, e as demais características não apresentaram diferenças significativas. Camargo e Piza (2007) analisaram a produção de biomassa de aveia branca, aveia preta, nabo forrageiro e *Urochloa decumbens*, além de uma testemunha, correspondente a área em pousio, e os efeitos na cultura do milho no sistema de semeadura direta (SSD) no município de Passos, MG, e também verificaram que em SSD com uso das plantas de cobertura avaliadas, não houve diferença significativa em relação à produtividade de grãos da cultura do milho em comparação com a testemunha.

Conclusões

As diferentes coberturas influenciaram a absorção de magnésio e de enxofre com a *Urochloa ruziziensis* e o sorgo propiciando os maiores teores, respectivamente.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável pelo apoio financeiro ao projeto.

Literatura Citada

CAMARGO, R.; PIZA, R.J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema plantio direto no município de Passos, MG. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 76-80, 2007.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; FLECHA, A.M.T.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B.; MAI, M.E.M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, n.1, p. 163-171, 2002.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTI, N.C.; SILVEIRA, M. J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob

diferentes manejos da adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.1, p. 49-54, 2002.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Nutrição e adubação. In: *Seja o doutor do seu milho*. 2.ed. piracicaba: Potafós, 1995. 24p.

RAIJ, B. van.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C., eds. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

ROS, C.O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 20, n. 1, p. 135-140, 1996.

STONE, L.F.; SILVEIRAI, P.M.; MOREIRAI, J.A.A.; BRAZ, A.J.B.P. Evapotranspiração do feijoeiro irrigado em plantio direto sobre diferentes palhadas de culturas de cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.4, p.577-582, 2006.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos.

Coberturas	Espaçamento (m)	Gasto de sementes (kg ha ⁻¹)
Sorgo	0,45	7
Milheto	0,225	15
Capim Sudão	0,225	15
Híbrido de sorgo com capim sudão	0,45	9
<i>Urochloa ruziziensis</i>	0,225	12

Tabela 2. Teores médios de nutrientes, pH e Saturação por Bases, no solo, na camada de 0-20cm pós-soja, Votuporanga, SP, 2009.

Coberturas	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S-SO ₄	V
	(Resina)	g dm ⁻³	(CaCl ₂)	-----mmol _c dm ⁻³ -----			-----		mg dm ⁻³	(%)
Sorgo	16	8	4,9	2,8	20	6	21	0	3	58
Milheto	19	8	4,9	3,4	20	6	20	0	3	60
Capim sudão	21	8	4,9	2,5	21	7	20	0	3	63
Híbrido	23	8	4,9	3,0	21	7	20	0	3	59
<i>U. ruziziensis</i>	19	8	5,0	3,3	21	7	21	0	5	60
Pousio	19	9	4,8	3,9	19	5	21	0	3	57

Tabela 3. Teores médios de nutrientes, pH e Saturação por Bases, no solo na camada de 0-20cm pós-soja, Ilha Solteira, SP, 2009.

Coberturas	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S-SO ₄	V
	(Resina)	g dm ⁻³	(CaCl ₂)	-----mmol _c dm ⁻³ -----			-----		mg dm ⁻³	(%)
Sorgo	10	11	4,7	1,37	20	14	28	3	7	48
Milheto	4	12	4,2	1,43	12	8	34	4	6	38
Capim sudão	8	12	4,7	1,48	18	13	30	4	6	48
Híbrido	6	11	4,6	1,06	19	13	27	2	6	54
<i>U. ruziziensis</i>	5	11	4,1	1,04	12	8	35	4	6	37
Pousio	5	12	3,9	1,98	8	7	33	5	7	33

Tabela 4. Valores médios de matéria seca das plantas de cobertura, nos municípios de Votuporanga, SP e Ilha Solteira, SP, no momento da semeadura do milho, 2009.

Coberturas	Votuporanga, SP	Ilha Solteira, SP
	----- kg ha ⁻¹ -----	
Sorgo	2858 bc*	5803 a
Milheto	416 d	1314 b
Capim Sudão	5770 a	5274 a
Híbrido de sorgo com capim sudão	3880 b	5709 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	2702 BC	5978 a
Pousio	2237 c	3904 a
CV (%)	36,70	39,00

Tabela 5. Teores médios de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) acumulados pelas plantas de cobertura, Votuporanga, SP, 2009.

Coberturas	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg ha ⁻¹ -----					
Sorgo	225	66	156	44	33	18
Milheto	163	53	191	44	28	23
Capim Sudão	434	123	279	95	62	34
Híbrido de sorgo com capim sudão	273	75	207	59	44	23
<i>Urochloa ruziziensis</i>	291	50	309	47	40	22
Pousio	58	13	78	20	9	6

Tabela 6. Teores médios de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) acumulados pelas plantas de cobertura, Ilha Solteira, SP, 2009.

Coberturas	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg ha ⁻¹ -----					
Sorgo	481	137	421	66	96	39
Milheto	231	57	283	37	47	30
Capim Sudão	481	111	483	95	120	44
Híbrido de sorgo com capim sudão	487	112	458	94	136	43
<i>Urochloa ruziziensis</i>	592	131	652	124	139	71
Pousio	96	25	113	18	20	12

Tabela 7. Teores médios foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da cultura do milho, no florescimento, Votuporanga, SP, 2010.

Coberturas	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ MS ⁻¹ -----					
Sorgo	21,51	2,02	23,38	2,78	2,01 ab*	2,38 a
Milheto	20,30	2,10	22,88	2,77	1,91 b	1,91 ab
Capim Sudão	19,06	2,06	22,63	3,12	2,22 ab	1,82 ab
Híbrido de sorgo com capim sudão	20,53	1,95	23,13	2,76	1,84 b	2,21 ab
<i>U rochloa ruziziensis</i>	20,72	2,06	21,88	2,94	2,41 a	1,67 b
Pousio	21,39	2,06	21,13	2,79	2,20 ab	2,06 ab
CV (%)	9,59	6,25	4,38	4,38	9,39	13,08

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Teores médios foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da cultura do milho, no florescimento, Ilha Solteira, SP, 2010.

Coberturas	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ MS ⁻¹ -----					
Sorgo	20,77	2,30	21,38	3,17	3,41	1,36
Milheto	21,95	2,25	21,88	2,87	3,16	1,34
Capim Sudão	23,00	2,35	21,00	2,88	3,35	1,39
Híbrido	22,28	2,38	20,00	3,18	3,57	1,33
<i>Urochloa ruziziensis</i>	25,20	2,54	20,13	3,30	3,64	1,44
Pousio	24,05	2,30	20,50	2,89	2,87	1,47
CV (%)	12,35	7,51	5,14	10,05	18,58	7,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios de altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, estande final ha⁻¹, número de espigas ha⁻¹, massa de cem grãos e produção de grãos ha⁻¹, da cultura do milho, sobre diferentes plantas de cobertura, Votuporanga, SP, 2010.

Coberturas	Altura de plantas (m)	Altura de inserção (m)	Estande final ha ⁻¹	Número de espigas ha ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Sorgo	1,83 abc	1,01 ab	31583	27833	25,31 b	5066 ab
Milheto	2,02 ab	1,08 a	30417	27750	28,17 a	7065 a
Capim sudão	1,77 c	0,98 ab	31750	25667	25,67 b	4082 b
Híbrido	1,76 bc	0,99 ab	31667	28083	25,92 ab	5077 ab
<i>U. ruziziensis</i>	1,74 c	0,95 b	30833	26000	25,86 ab	4955 ab
Pousio	2,03 a	1,08 a	30167	29333	28,17 a	7743 a
CV (%)	9,36	7,39	8,84	18,45	6,59	38,86

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

Tabela 10. Valores médios de altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, estande final ha⁻¹, número de espigas ha⁻¹, massa de cem grãos e produção de grãos ha⁻¹, da cultura do milho, sobre diferentes plantas de cobertura, Ilha Solteira, SP, 2010.

Plantas de cobertura	Altura de plantas (m)	Altura de inserção (m)	Estande final ha ⁻¹	Número de espigas ha ⁻¹	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Sorgo	2,09 a	1,06 a	66806 a	63750 ab	24,64 a	6372 a
Milheto	2,11 a	1,07 a	67639 a	66805 ab	24,41 a	6143 a
Capim sudão	2,07 a	1,01 a	70000 a	69028 a	24,54 a	6847 a
Híbrido	2,03 a	1,03 a	68194 a	66111 ab	23,79 a	5596 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	2,14 a	1,08 a	63750 a	62778 b	24,52 a	6344 a
Pousio	2,11 a	1,05 a	70000 a	68333 ab	24,82 a	6546 a
CV (%)	5,27	9,51	8,10	6,37	5,97	18,03

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.