

TEORES DE NUTRIENTES NO MILHETO COMO COBERTURA DE SOLO

NUTRIENT CONTENT IN MILLET AS COVER CROP

**Nericleles Chaves MARCANTE¹; Marcos Antonio CAMACHO²;
Francisco Pereira J. PAREDES¹**

1. Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul - UEMS, Aquidauana, MS, Brasil. chavesbr@hotmail.com; 2. Professor, Doutor, UEMS, Aquidauana, MS, Brasil.

RESUMO: No Brasil, o milheto destaca-se como a gramínea mais utilizada como cobertura verde, cultivada principalmente na entressafra. Por ser uma espécie com características rústicas, como sistema radicular profundo, o que lhe permite uma ciclagem de nutrientes em quantidades consideráveis, deixando-os disponíveis as culturas subseqüentes, após a mineralização de sua fitomassa. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produção de fitomassa seca e os teores de N, P, Ca, Mg e S presentes na biomassa do milheto, cultivado como cobertura de solo, sendo o estudo conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, no ano agrícola de 2008/09, com clima classificado como Aw (tropical úmido), utilizando-se a variedade de milheto BN-2, semeado em agosto de 2008. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com cinco repetições. As amostras das plantas de milheto, após serem secas em estufas, foram moídas e submetidas à análises para determinação dos teores de nutrientes. A produção de fitomassa seca da parte aérea do milheto foi considerada baixa, devido às condições climáticas desfavoráveis ocorridas na época. O nitrogênio, fósforo e enxofre foram encontrados em maiores teores nos estádios iniciais da cultura e decaíram conforme a cultura foi completando seu ciclo. O cálcio manteve um teor linear a partir do E5, já o magnésio não sofreu variação com relação ao seu teor.

PALAVRAS-CHAVE: *Pennisetum glaucum*. Cobertura vegetal. Macronutrientes.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o milheto é uma gramínea muito cultivada na entressafra, constituindo-se como a principal cobertura vegetal usada no sistema de plantio direto na região do Cerrado, caracterizando sua grande importância na ciclagem de nutriente e conservação do solo (SILVA et al., 2003).

Por ser considerada uma planta pouco exigente em relação ao solo, o milheto é uma cultura de boa adaptação a regiões com baixa fertilidade, déficit hídrico e altas temperaturas. Seu sistema radicular vigoroso e sua alta capacidade de absorção de nutrientes são as principais características que fazem com que esta espécie sobressaia às outras coberturas verdes.

A diminuição do potencial produtivo dos solos das regiões tropicais e subtropicais está ligada, principalmente, a erosão e ao esgotamento da matéria orgânica do solo. O uso de técnicas de cultivo que não utilizam o revolvimento do solo e que empregam à adição de carbono orgânico por meio do cultivo de plantas de coberturas verdes do solo, são medidas fundamentais na manutenção e aumento da matéria orgânica, importante na estruturação química, física e biológica do solo e principal responsável pela capacidade de trocas catiônicas em solos altamente intemperizados.

O uso da cobertura de restos vegetais na superfície do solo em sistemas de plantio direto,

além de proteger o solo da radiação solar, protege também contra o impacto das gotas de chuva, reduz a evaporação de água, ajuda no controle de plantas daninhas e constitui uma reserva de nutrientes considerável, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa, conforme a interação dos fatores climáticos (ROSOLEM et al., 2003).

Seu sistema radicular profundo permite ciclagem de nutrientes em quantidades consideráveis, deixando-os disponíveis as culturas subseqüentes, uma vez que a plantas de milheto absorvem os nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial após a decomposição dos seus resíduos (PIRES et al., 2007).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produção de fitomassa seca e os teores de N, P, Ca, Mg e S presentes na biomassa do milheto, cultivado como cobertura de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, entre agosto e outubro de 2008. A área experimental encontra-se nas coordenadas geográficas 20°28' S e 55°40' W com altitude média de 207 metros. O clima da região, segundo classificação de Köppen, pertence ao tipo Aw (tropical úmido), com estação chuvosa no verão e

seca no inverno, e precipitações anuais oscilando em torno de 1.200 mm (havendo concentração de chuvas de novembro a fevereiro), temperaturas máximas de 33 °C e mínimas de 19,6 °C.

O solo do local de experimentação é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado, textura média/argilosa, com as seguintes características químicas:

pH de 5,5 CaCl_2 1 mol L⁻¹ ;
 Matéria orgânica de 18,0 g dm⁻³ ;
 P_{resina} de 42,4 mg dm⁻³ ;
 H+Al de 3,7 mmol_c dm⁻³ ;
 K de 0,3 mmol_c dm⁻³ ;
 Ca de 4,0 mmol_c dm⁻³ ;
 Mg de 1,1 mmol_c dm⁻³ ;
 Saturação de bases de 5,4 mmol_c dm⁻³ ; e
 CTC de 91,0 mmol_c dm⁻³ .

Essa área foi cultivada anteriormente com algodão em sistema de plantio direto. Foi utilizada a variedade de milho BN-2, sendo as sementes fiscalizadas e tratadas previamente com fungicidas e inseticidas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições. Dentro de cada bloco foi delimitada uma parcela experimental de 20 m² (5,0 x 4,0 m).

Após o preparo da área, a semeadura do milho foi realizada manualmente (lanço), em terreno já previamente sulcado, na quantidade de 30 kg ha⁻¹, com um espaçamento de 25 cm entre linhas.

O experimento não recebeu aplicação de adubação na semeadura e cobertura, sendo somente utilizada a adubação residual da cultura anterior (algodoeiro).

Os tratamentos constituíram das coletas de plantas para determinação dos teores de nutrientes em função dos estádios fenológicos do milho conforme Durães et al. (2003).

As plantas foram coletadas de forma aleatória procurando-se amostrar plantas normais e representativas de cada bloco (MAGGIO, 2006). O número de plantas coletadas por bloco foi sendo reduzido à medida que elas se desenvolviam (FAVORETTO, 2005).

Foram realizadas 10 coletas durante toda condução do experimento, nas cinco primeiras coletas, estádios E0 – E4, foram coletadas 20 plantas por bloco, devido ao porte reduzido. Durante a sexta e sétima coleta, estádios E5 – E6, foram

coletadas 10 plantas por bloco, sendo que, nas semanas subsequentes, que correspondem à oitava, nona e décima coleta, estádios E7 – E9, foram coletadas somente 5 plantas por bloco.

As plantas foram coletadas inteiras, a separação das raízes foi realizada no laboratório de Solos da “Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS” para posterior descarte.

Após a separação da raiz da parte aérea, as plantas foram descontaminadas pela lavagem, tendo à seguinte sequência: água corrente destilada; solução detergente (0,1%); solução de ácido clorídrico (0,3%); água deionizada (PRADO, 2008), em seguida foram acondicionadas em sacos de papel identificados e posteriormente colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, mantendo-se a temperatura em 65 °C por 72 horas.

Após secas, o material foi moído para posterior determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre totais extraídos pela cultura, seguiu-se a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), cujos resultados foram posteriormente expressos em g kg⁻¹. Devido a pouca quantidade de amostra nos estádios E0 e E1 não foi possível serem feitas as análises dos nutrientes fósforo, cálcio, magnésio e enxofre, sendo feita somente a análise do nitrogênio. Optou-se por não analisar potássio, devido à alta taxa de lavagem pela chuva desse nutriente nas culturas.

Com 65 dias após a emergência, foram retiradas 5 amostras de cobertura verde de cada bloco para determinação da fitomassa seca total da parte aérea produzida na área. Para essa amostragem foi utilizado um quadrado de 0,25 m², e as plantas foram cortadas ao nível do solo. Após a coleta as amostras foram encaminhadas ao laboratório de solos, onde foram lavadas e acondicionadas em sacos de papel identificados e posteriormente colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, mantendo-se a temperatura em 65 °C por 72 horas. Essas amostras foram pesadas em uma balança semi-analítica após estarem devidamente secas, e os resultados encontrados foram convertidos para kg ha⁻¹.

Durante todo período experimental foram registradas as precipitações e temperaturas máximas e mínimas (Figura 1).

Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F (p < 0,05 e p < 0,01), análise de regressão linear (p < 0,05 e p < 0,01) e comparação de médias pelo teste de Tukey (p < 0,05) para as variáveis que não se obteve ajuste da regressão.

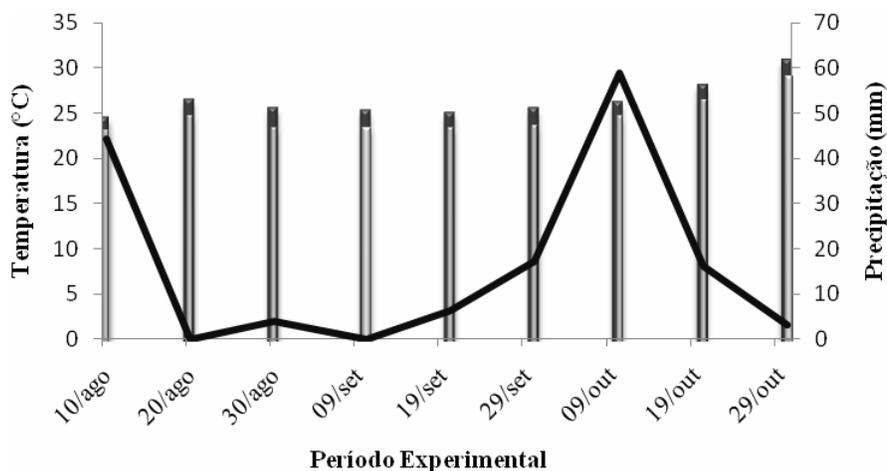


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e precipitação por decênios do instituto nacional de meteorologia, durante o período do experimento, (INMET, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os teores de macronutrientes na cultura do milho em função

dos seus estádios fenológicos. Verifica-se que houve diferenças significativas nos teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e enxofre, sendo que não houve diferença nos teores de magnésio.

Tabela 1. Teores de macronutrientes no milho em função dos seus estádios fenológicos

Estádio Fenológico	N	P	Ca	Mg	S
	-----g kg ⁻¹ -----				
E0	20,78 a	---	---	---	---
E1	17,44 ab	---	---	---	---
E2	16,94 b	2,03 a	4,96 bc	7,96 a	3,29 ab
E3	14,74 bc	2,16 a	6,55 a	6,78 a	3,77 a
E4	11,70 de	2,11 a	6,50 ab	6,56 a	3,05 ab
E5	13,29 cd	1,79 ab	4,59 c	6,18 a	2,91 ab
E6	09,31 ef	1,61 ab	4,84 c	7,76 a	2,73 bc
E7	08,83 ef	1,72 ab	4,67 c	7,18 a	2,93 ab
E8	06,72 fg	1,09 ab	4,69 c	5,96 a	1,96 cd
E9	04,35 g	1,08 ab	4,60 c	5,61 a	1,55 d

Médias seguidas de letras distintas, na vertical, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Comparando a produção obtida 2,3 t ha⁻¹ com a de outros trabalhos como Castro et al. (2004) que obtiveram 6,4 t ha⁻¹, Braz et al. (2004) de 12,5 t ha⁻¹, Guideli et al. (2000) de 5,6 t ha⁻¹, Suzuki & Alves (2006) de 11,8 t ha⁻¹, pode-se dizer que foi uma produção de fitomassa seca relativamente baixa. Essa baixa produtividade foi devido ao fato de ocorrerem condições climáticas desfavoráveis na época da condução do experimento (Figura 1). Igualmente ao observado por Spehar (1999), onde ele relata que a disponibilidade hídrica no período do final do inverno e início da primavera foi a principal causa da variação nas produtividades de

fitomassa seca no milho, de 1,2 a 10,7 t ha⁻¹, entre os anos de 1995 a 1998 em varias regiões do cerrado.

Na Figura 2 observa-se que o teor de nitrogênio presente na planta do milho sofre uma queda com o passar do seu ciclo. Esse resultado é devido às plantas absorverem nitrogênio sempre que elas estão ativamente crescendo, mas não necessariamente nas mesmas taxas. A planta apresenta a sua máxima absorção de nitrogênio quando ela é jovem e diminui na medida em que ela vai completando seu ciclo. Neptune & Campanelli (1980) verificaram o mesmo fato na cultura do

milho, aonde os teores de nitrogênio tanto na planta inteira como na folha vão diminuindo com o passar do ciclo da cultura. Troeh & Thompson (2007)

relatam que o nitrogênio constitui um percentual maior da massa seca de uma planta jovem do que de uma planta mais velha.

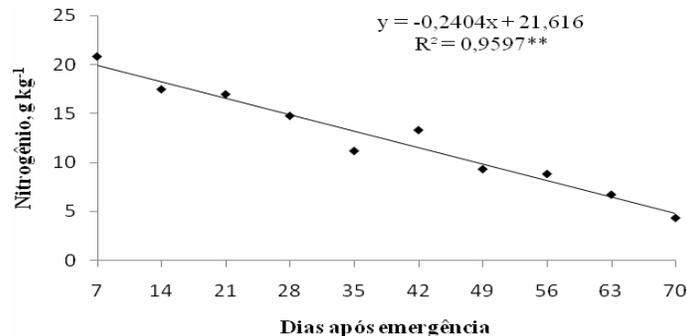


Figura 2. Teor de Nitrogênio na cultura do milho em função dos dias após emergência, Aquidauana, 2008.

Com o passar do ciclo fonológico do milho, houve senescência de suas folhas mais velhas (SOUZA; FERNANDES, 2006), com isso, observa-se uma redução progressiva no teor de nitrogênio presente na planta do milho com o seu envelhecimento.

Verifica-se que o milho apresentou teor de nitrogênio final, 4,35 g kg⁻¹, similarmente ao observado por Raji (1991), Braz et al. (2004), Cazzeta et al. (2005), onde, esse último autor, comparando milho e crotalaria solteiros e consorciados, obtiveram resultados que mostram que o milho foi a cobertura vegetal que obteve os maiores teores de macronutrientes presente na sua fitomassa seca. Já Castro et al. (2004) obtiveram teores maior de nitrogênio na cultura da crotalaria (3,35 g kg⁻¹), quando comparada como o milho (1,15 g kg⁻¹), a leguminosa obteve uma aporte de 191% maior que a gramínea. Os teores de nitrogênio no milho são parecidos aos apresentados por Malavolta (1980).

Observa-se na Figura 3 que ocorreram variações nos teores de fósforo na cultura do milho, apresentaram declínio com o passar do seu ciclo. Esse fato pode ser explicado pelo motivo de que a absorção de fósforo está ligada diretamente com o bom desenvolvimento das raízes, plantas com maior superfície radicular possuem maior capacidade para absorção do nutriente do solo, considerando que raízes dos estádios iniciais (novas) apresentam alta capacidade de absorção de fósforo, enquanto as raízes dos estádios finais (velhas) apresentam uma capacidade menor. Neptune e Campanelli (1980) sugerem que essa diminuição nos teores de fósforo é devido, a um fenômeno de diluição. Prado (2008) relata que o teor ótimo de fósforo para o pleno crescimento/desenvolvimento de uma cultura é de 0,3% - 0,5% (3-5 g kg⁻¹), porém esses valores podem variar em função da cultura e de outros fatores externos.

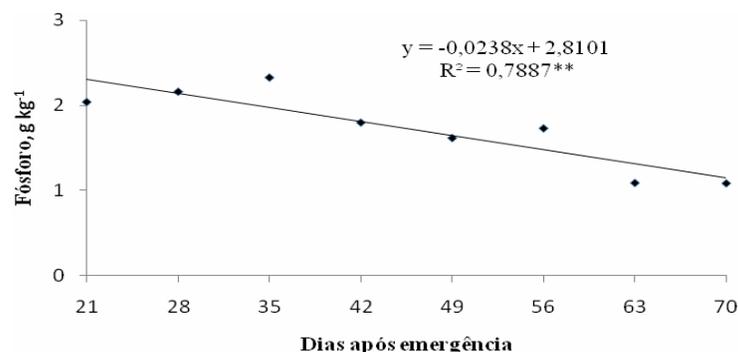


Figura 3. Teor de Fósforo na cultura do milho em função dos dias após emergência, Aquidauana, 2008.

O fósforo juntamente com o nitrogênio é o elemento mais prontamente redistribuído no interior da planta, conforme Malavolta et al. (1997). A senescência das folhas mais velhas no milho também influenciou na diminuição dos teores nos estádios finais, mesmo o fósforo sendo um nutriente bastante móvel, somente 60% do fósforo contido nas folhas mais velhas são translocados para os órgãos mais jovens da planta.

A umidade do solo é um fator que influencia na difusão dos íons de fósforo com as raízes da planta, logo, a falta de precipitação nos meses em que o experimento decorreu (Figura 1) influenciou na baixa absorção de fósforo pela planta do milho, diferente do que foi observado por Costa & Rodrigues (1986), onde a alta umidade presente no solo incrementou uma maior produção de fitomassa seca e maior acúmulo do nutriente na parte aérea e raiz, ou seja, maior absorção pela planta.

O teor final de fósforo $1,08 \text{ g kg}^{-1}$, quando comparado a outros trabalhos, se apresentou menor do que o relato por Prado e Vidal (2008) que obtiveram $3,3 \text{ g kg}^{-1}$, Cazzeta et al. (2005) que

obtiveram $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ e Castro et al. (2004) que obtiveram $3,08 \text{ g kg}^{-1}$.

Os teores de cálcio no milho em função dos seus estádios fenológicos estão demonstrados na (Figura 4), onde se observa que o máximo teor ocorreu nos estádios (E3 e E4) 28 e 35 DAE, e se mostrou constante nos demais estádios. Este fato ocorreu provavelmente devido o cálcio ser responsável por manter a estrutura e funcionamento normais das membranas celulares, particularmente o do plasmalema, funções estas que estão presente durante a maior parte do ciclo da planta, conforme relata Malavolta (1980). Já os teores maiores encontrados nos estádios E3 e E4 podem ser explicados devido o cálcio ser absorvido na zona de crescimento das raízes, cuja atividade é mais intensa nos estádios iniciais da cultura (DUARTE et al., 2003), e também pela maior umidade presente no solo nesse período, favorecendo o fluxo de massa, principal mecanismo absorção do cálcio (RUIZ et al., 1999). Observando a Tabela 1 nota-se que houve uma variação estatística desses estádios dos demais estádios da cultura do milho.

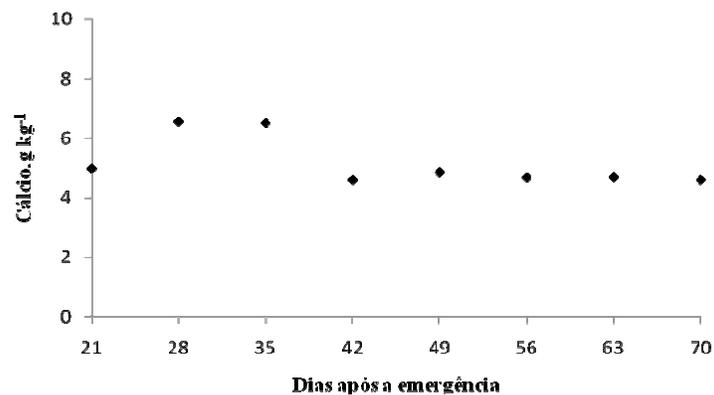


Figura 4. Teor de cálcio na cultura do milho em função dos dias após emergência, Aquidauana, 2008.

A redistribuição do cálcio nas plantas é feita unidirecionalmente pelo xilema, no sentido da raiz para a parte aérea e, o contrário é muito difícil de acontecer. Com isso, pode-se explicar a linearidade desse nutriente durante os estádios fenológicos do milho, não havendo redistribuição entre órgãos vegetais, como são os casos do nitrogênio e fósforo (PRADO, 2008). A maior proporção do cálcio na planta encontra-se em formas não solúveis em água, muito diferente do que ocorre com o potássio. Então se pode ressaltar que não ocorreu lavagem desse nutriente durante o seu ciclo.

O teor de cálcio encontrado no final do ciclo do milho ($4,6 \text{ g kg}^{-1}$) foi superior ao

encontrado por Prado e Vidal (2008) e Teixeira et al. (2005), que com milho solteiro e consorciado com guandu-anão e feijão de porco, obteve $3,8 \text{ g kg}^{-1}$, $3,9 \text{ g kg}^{-1}$ e 4 g kg^{-1} , respectivamente, porém inferior ao encontrado por Castro et al. (2004), que obteve $10,13 \text{ g kg}^{-1}$.

Os teores de magnésio observados na Figura 5 mostram que até aos 49 DAE (E6) não houve mudanças bruscas, o que infere que todos os processos fotossintéticos estão em plena ocorrência, dos quais o magnésio é fundamental. Já a partir do E7 ocorre um declínio no teor de magnésio, o que pode ser explicado pelo motivo da planta estar completando o seu ciclo, com isso diminuindo a taxa fotossintética e o metabolismo energético.

Prado (2008) relata que é importante conhecer a época de maior exigência do dado nutriente na cultura. Estudando a cultura do milho ele observou que até a formação da 12^a folha a absorção de magnésio foi considerada lenta, atingindo apenas 16% do total, sendo que, a partir

desse período, a absorção foi acelerada com picos de velocidades de absorção entre o pendoamento e a fase de grão leitoso. Pela Figura 5 nota-se que ocorre um pico no estágio E6, considerado o final da fase de floração do milheto, corroborando desta forma com os dados apresentados pelo autor.

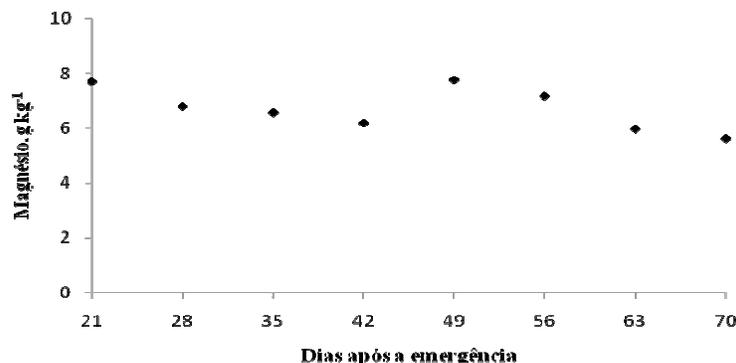


Figura 5. Teor de Magnésio na cultura do milheto em função dos dias após emergência, Aquidauana, 2008.

As quantidades de um determinado nutriente acumulado da fitomassa seca de uma planta dependem da espécie utilizada, do estágio fenológico, da produção de fitomassa seca e do período de plantio (BOER, et al., 2007). O teor final da fitomassa seca encontrado no presente trabalho ($5,6 \text{ g kg}^{-1}$) vai de encontro com o que Braz et al. (2004) observaram, onde relatam que o maior teor de magnésio encontrado foi aos 60 DAE, com o plantio realizado no verão, com altos índices de pluviosidade, associadas a altas temperaturas. Castro et al. (2004) observaram aos 90 DAE um teor de $3,77 \text{ g kg}^{-1}$ de magnésio na fitomassa seca do milheto, se diferenciando dos dados obtidos neste trabalho, que teve mais alto teor de magnésio na faixa de $7,76 \text{ g kg}^{-1}$. Essa superioridade também

ocorre quando comparado com o trabalho de Cazetta et al. (2005) e Teixeira et al. (2005), que obtiveram um teor de $3,5 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente.

Enxofre é um nutriente que pouco sofre com variações de pH e umidade do solo no que desrespeita a sua absorção pela planta, não ocorrendo consumo de luxo, ou seja, acúmulo do nutriente pelas plantas além da sua necessidade (PRADO, 2008).

A mobilidade do enxofre no interior da planta pode ser considerada baixa, ou seja, é um nutriente pouco móvel. Oliveira et al. (1995) observaram, na cultura do feijoeiro, que apenas 27% do enxofre absorvido pelas folhas foram redistribuídos para os demais órgãos da planta.

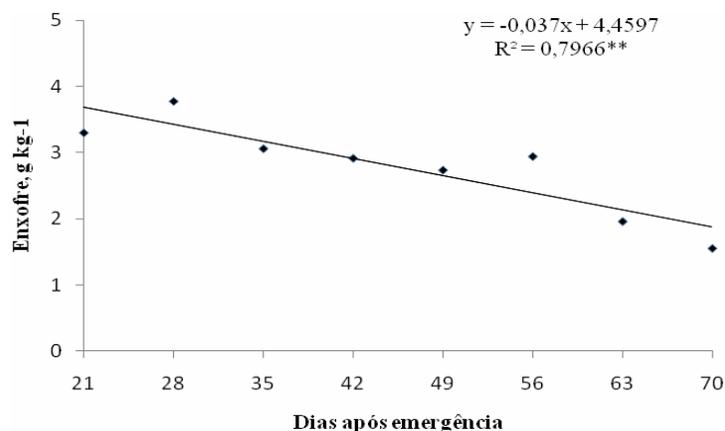


Figura 5. Teor de Enxofre na cultura do milheto em função dos dias após emergência.

O valor encontrado de enxofre na cultura do milho (1,55 g kg⁻¹), se insere naqueles verificados por Cazetta et al. (2005), Carvalho (2000) e Teixeira et al. (2005) que variaram entre 1,5 a 1,6 g kg⁻¹. Comparando milho solteiro com consórcio de milho+feijão de porco, milho+guandu anão, feijão de porco solteiro e guandu anão solteiro, Teixeira et al. (2005) relataram que os maiores teores de enxofre foram encontrados no milho solteiro com 1,5 g kg⁻¹ mas, mesmo ele consorciado com feijão de porco ou guandu anão, apresentou teores maiores que o guandu anão solteiro e feijão de porco solteiro.

CONCLUSÕES

Os teores de N, P e S diminuíram com o passar dos estádios fenológicos na cultura do milho.

Os teores de Ca apresentaram-se maiores nos estádios E3 e E4, decaindo no E5, a partir do qual permaneceram estáveis até o final da avaliação.

Os teores de Mg não sofreram variação em função dos estádios fenológicos na cultura do milho.

ABSTRACT: In Brazil, millet stands out as the grass being used as green cover crop grown primarily in the offseason. Being a hardy species with characteristics, like a deep root system, which allows for nutrient cycling in considerable quantities, making them available to subsequent crops, after the mineralization of its biomass. The present study was to evaluate the production of dry matter and N, P, Ca, Mg and S present in the biomass of millet, grown as ground cover, the study being conducted at the State University of Mato Grosso do Sul, university unit of Aquidauana, in crop year 2008/09, with classified as Aw climate (tropical humid), using a variety of millet BN-2, sown in August 2008. The experimental design was a randomized complete block design with five replications. Plant samples of pearl millet, after being dried in stoves, were ground and subjected to analysis to determine the levels of nutrients. The production of dry matter on the part of the millet area was considered low due to unfavorable weather conditions occurring at the time. Nitrogen, phosphorus and sulfur were found in higher concentrations in the initial stages of culture and declined as the culture was completing its cycle. Ca levels were higher in stages E3 and E4, E5 in decaying, from which remained stable until the end of the assessment. Magnesium has suffered no variation with respect to its content.

KEYWORDS: *Pennisetum glaucum*. Cover. Macronutrients.

REFERÊNCIAS

- BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. P. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. da.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 83-87, 2004.
- CARVALHO, M. A. C. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria- MS**. Jaboticabal, 2000f. 189 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo.
- CASTRO, C. M. de.; ALMEIDA, D. L. de.; RIBEIRO, R. L. D. Plantio direto e adubação verde no cultivo orgânico da berinjela (*Solanum melongena* L.). **Comunicado técnico 67**, Seropédica, 2004, 15p.
- CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, p. 575-580, 2005.
- COSTA, N. L.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito da umidade do solo sobre o crescimento e a absorção de cálcio e fósforo pela leucena (*Leucena Leucocephala* Lam.), **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 7, n. 2, p. 10-18, 1986.

DUARTE, A. P.; KIEHL, J. C.; CAMARGO, M. A. F. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas. v. 2, n. 3, p.1-20, 2003.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G. Fisiologia da planta de milheto, **Circular Técnica 28**, Sete Lagoas, 2003, 65p.

FAVORETTO, P. **Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de minitubérculos de batata cv. Atlantic**. Piracicaba, 2005. 112f. (Dissertação de Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GUIDELI, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. Produção e qualidade do milheto semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2093-2098, 2000.

INMET, **Instituto nacional de meteorologia**. Disponível em:
<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php> Acessado em: 10 de março de 2009.

MAGIO, M. A. **Acúmulo de Massa Seca e Extração de Nutrientes por Plantas de Milho Doce Híbrido "Tropical"**. Campinas, 2006. 55f. (Dissertação de Mestrado) - Instituto Agronômico de Campinas, IAC.

MALAVOLTA, E. Os elementos minerais. In: MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p.104-218.

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

NEPTUNE, A. M. L.; CAMPANELLI, A. Efeitos de épocas e de modos de aplicação do sulfato de amônio – ^{15}N e interação nitrogênio – ^{15}N – fósforo – ^{32}P , na quantidade e teores de N, P, K na planta e na folha do milho, na produção, na quantidade de proteína e eficiência do nitrogênio do fertilizante convertido em proteína. **Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 37, p. 1105-1143, 1980.

OLIVEIRA, J. A. de.; RÊGO, I. C.; SCIVITARRO, W. B.; LIMA FILHO, O. F. de.; STEFANUTTI, R.; GONZÁLES, G. R.; BOARETTO, A. E. Efeito de fontes e de aditivos na absorção de ^{35}S via foliar pelo feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v. 52, n. 3, p.452-457, 1995.
PIRES, F. R.; ASSIS, R. L de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C.; VIEIRA NETO, S. A.; SOUZA, J. P. G. de. Desempenho agronômico de variedades de milheto em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia. v. 23, n. 3, p. 41-49, 2007.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Unesp, 2008. 407p.

PRADO, R. de M.; VIDAL, A. A. Efeitos da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e a nutrição do milheto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 208-214, 2008.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação do potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa. v. 27, p. 355-362, 2003.

RUIZ, H. A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J. C. S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca e Mg a plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa. v. 23, p. 1015-1018, 1999.

SILVA, G. F.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R. A.; SANTOS, A. R.; AGUIAR, R. W. S. Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milho (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia. v. 19, n. 3, p.31-34, 2003.

SOUZA, S. R.; FERNANDES M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 215-252.

SPEHAR, C. R. Sistemas de produção de milho nos cerrados. In: Workshop Internacional de milho, 1999, Planaltina, **Anais**, Planaltina, Embrapa Cerrado, 1999, p. 187-195.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de cultura e sistemas de cultivo. Piracicaba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 29, n. 1, p.93-99, 2006.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; NETO, A. E. F.; ANDRADE, M. J. B.; MARQUES, E. L. S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milho, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p.93-99, 2005.

TROEH, F. H.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6 ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718p.