

Acúmulo de nutrientes e relação C/N em diferentes estádios fenológicos do milho submetido à adubação nitrogenada

Nutrient accumulation and C/N ratio at different phenological stages in millet subjected to nitrogen fertilisation

José Salvador Simoneti Foloni¹, Tiago Aranda Catuchi^{2*}, Alexandrius de Moraes Barbosa³, Juliano Carlos Calonego⁴, Carlos Sérgio Tiritan⁵

Resumo: A produtividade e a qualidade da matéria seca produzida pelo milho dependem da época de corte da forrageira e da adubação nitrogenada. Dessa forma, objetivou-se avaliar a produção de matéria seca (MS), o teor e acúmulo de nutrientes e a relação C/N em diferentes estádios fenológicos do milho em função dos níveis de adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade do Oeste Paulista, em Presidente Prudente-SP, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. Os fatores consistiram de quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N) e quatro épocas de corte da parte aérea, assim discriminadas: folha bandeira; emborrachamento; florescimento e grão leitoso. O maior acúmulo de massa seca das plantas de milho ocorreu nos estádios de florescimento e de grão leitoso, considerando que a produção foi incrementada com a adubação nitrogenada. Objetivando-se a persistência de palhada no solo para a cultura sucessora, recomenda-se o corte das plantas nos estádios de florescimento e grão leitoso, quando há maior relação C/N. A adubação nitrogenada aumenta o teor e o acúmulo de nutrientes na palhada, como, também, aumenta a liberação de nutrientes para a cultura sucessora devido a menor relação C/N da palhada.

Palavras-chave: Época de corte. Nutrição. Gramínea tropical. Pastejo. Sistema plantio direto.

Abstract: The productivity and quality of dry matter produced by millet depend on when the forage is cut, and the use of nitrogen fertilisation. Accordingly, the aim of this study was to evaluate the production of dry matter (DM), the levels and accumulation of nutrients, and the C to N ratio at different phenological growth stages of the millet for levels of nitrogen fertilisation. The experiment was carried out in a greenhouse at the University of West São Paulo, in Presidente Prudente, in the State of São Paulo, Brazil. The design was completely randomised, in 4 x 4 factorial scheme with four replications. The factors consisted of four rates of nitrogen (0, 50, 100 and 200 kg N ha⁻¹) and four periods of cutting the shoots, as follows: flag leaf, boot, flowering and milk stage. The greatest accumulation of dry matter in the millet occurred at the flowering and milk stages, considering that production was increased with nitrogen fertilisation. With the aim of maintaining straw on the ground for the succeeding crop, cutting is recommended at the flowering and milk stages, when there is a higher C to N ratio. Nitrogen fertilisation increases the levels and accumulation of nutrients in the straw, as well as increasing the release of nutrients to the succeeding crop, due to a lower C to N ratio in the straw.

Key words: Cutting season. Nutrition. Tropical grass. Grazing. Direct-planting system.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 13/07/2015 e aprovado em 02/03/2016

¹Doutor em Agronomia, Embrapa Soja, Londrina, PR, Brasil. salvador.foloni@embrapa.br

²Doutor em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Rodovia Raposo Tavares, km 572, Campus II, CEP: 19067-175, Bloco B2, Sala 301 C, Presidente Prudente, SP, Brasil. tiago@unoeste.br

³Mestre em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil. alexandrius@unoeste.br

⁴Doutor em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil. juliano@fca.unesp.br

⁵Doutor em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil. tiritan@unoeste.br

INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma gramínea anual com ciclo entre 150 e 160 dias, que contém de 7 a 12 % de proteína da matéria seca, que se expande de forma acelerada devido a sua rusticidade, sendo considerada uma cultura muito resistente à seca. A expansão do milheto deve-se ao fato de que essa espécie pode ser utilizada como forrageira para cobertura de solo no sistema plantio direto (SPD) e também na alimentação animal, podendo ser utilizada no pastoreio, na produção de feno, grãos e silagem (GUIMARÃES JUNIOR *et al.*, 2009).

Torres *et al.* (2008) observaram que, entre sete espécies de cobertura avaliadas, o milheto foi a gramínea com maior produção de fitomassa seca e acúmulo de nitrogênio (N). A produção de forragem do milheto pode variar de 20 a 70 t ha⁻¹ de matéria verde em função da condição de cultivo e época de corte da planta (AMARAL *et al.*, 2008; GUIMARÃES JUNIOR *et al.*, 2009; COSTA *et al.*, 2014).

Em relação à qualidade nutricional da silagem de milheto, há grande influência da cultivar e da época de corte da forrageira (GUIMARÃES JUNIOR *et al.*, 2009; MONTAGNER *et al.*, 2011). Segundo Costa *et al.* (2007), as colheitas de forragens mais maduras implicam na obtenção de alimento com baixa proporção de carboidratos solúveis e de baixa digestibilidade devido ao decréscimo da relação folha/haste. Outro ponto a se considerar na qualidade da forragem é o teor de proteína bruta (PB), que é reduzido gradativamente à medida que aumenta o período de corte da forragem do milheto, com teores variando de 19,33; 15,42 e 13,62% para cortes realizados aos 35, 42 e 49 dias após a semeadura, respectivamente (KOLLET *et al.*, 2006). Braz *et al.* (2004) observaram maior acúmulo de nutrientes na matéria seca do milheto com o intervalo de corte entre 52 e 55 dias após a germinação, com decréscimo após esse período de corte. Dessa forma, deve-se procurar o ponto de equilíbrio mais adequado para a época de corte, buscando-se aliar a maior produção com a melhor qualidade da forragem.

Em função do alto potencial produtivo do milheto, essa espécie possui grande demanda por N, nutriente cuja disponibilidade no solo, geralmente, é baixa. A aplicação de N permite maior rendimento e distribuição mais uniforme da forragem e um ciclo de produção maior, além de contribuir para o aumento do valor nutritivo da planta, em razão da associação desse nutriente na composição bromatológica e digestibilidade, promovendo aumento nos teores de N e proteína bruta, e diminuição da relação C/N da forragem (COSTA *et al.*, 2007; MAZZA *et al.*, 2009; PINHO *et al.*, 2014). Silva *et al.* (2012) observaram na cultivar ADR-300 que a produção de matéria seca e o teor de PB aumentaram com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N aos 10 dias após a semeadura.

Todavia, se o objetivo do sistema for plantio direto, deve-se preconizar pela produção de material vegetal

com maior relação C/N, o que contribui para uma menor degradação da cobertura do solo, auxiliando na manutenção da umidade e da sua atividade microbiológica. A relação C/N influencia marcadamente a taxa de decomposição e a mineralização da palhada, uma vez que o N determina a atividade e o crescimento dos microrganismos que mineralizarão o carbono orgânico (CANTARELLA, 2007).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção de matéria seca, o teor e o acúmulo de nutrientes e a relação C/N em diferentes estádios fenológicos do milheto em função dos níveis de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade do Oeste Paulista, UNOESTE, em Presidente Prudente-SP, de setembro a novembro de 2006.

A parcela experimental foi constituída por vasos de plástico contendo 18 dm³ de solo, que dispunham de área superficial de 0,0625 m² (0,25 x 0,25 m). Utilizou-se solo coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, de um Argissolo Vermelho distroférrico de textura média (EMBRAPA, 2006), que foi passado em peneira de 2 mm de malha, e uma amostra foi submetida à análise para caracterização de atributos químicos (EMBRAPA, 2009) e físicos (EMBRAPA, 1997), obtendo-se os seguintes resultados: pH (CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹) - 5,3; MO - 13 g dm⁻³; P_{resina} - 8 mg dm⁻³; H+Al - 20 mmol_c dm⁻³; K - 1,3 mmol_c dm⁻³; Ca - 21 mmol_c dm⁻³; Mg - 9 mmol_c dm⁻³; SB - 31 mmol_c dm⁻³; CTC_{total} - 51 mmol_c dm⁻³ e V - 61%; Areia - 760 g kg⁻¹; Argila - 180 g kg⁻¹; silte - 60 g kg⁻¹; e 156 g kg⁻¹ de água na capacidade de campo (solo desestruturado), determinada no aparelho extrator de Richards a -0,03 MPa.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4x4, sendo: quatro doses de adubo nitrogenado equivalentes a 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N aplicadas em cobertura, aos quinze dias após a germinação do milheto, e quatro estádios de desenvolvimento das plantas (folha bandeira; emborrachamento; florescimento; grão leitoso).

O solo recebeu calcário dolomítico (CaO: 39%, MgO: 13% e PRNT: 91%) para elevar a saturação por bases a 70%, e foi mantido incubado por 20 dias para a reação do corretivo. Na preparação dos vasos, foram realizadas adubações com 120 mg dm⁻³ de K, 150 mg dm⁻³ de P, 50 mg dm⁻³ de S, 2 mg dm⁻³ de Mn, 6 mg dm⁻³ de Zn, 1,5 mg dm⁻³ de Cu, 2 mg dm⁻³ de B e 1 mg dm⁻³ de Mo, a partir das fontes KCl, K₂SO₄, superfosfato triplo, MnSO₄, ZnSO₄, CuSO₄, H₃BO₃ e (NH₄)₂MoO₄ (FOLONI; ROSOLEM, 2006). Os vasos receberam irrigação diária controlada para repor a água evapotranspirada durante todo o experimento, e o teor de água do solo foi mantido próximo à capacidade de campo, através do método gravimétrico (CATUCHI *et al.*,

2011), que consiste na reposição da lamina de irrigação diária baseada na pesagem do vaso.

A cultivar de milho (*Pennisetum glaucum*) empregada foi a BN-2. Para calcular as doses de N (fonte: nitrato de amônio) relativas aos tratamentos experimentais, considerou-se adubação de cobertura feita a lanço em área total da lavoura, e converteram-se as quantidades de nitrato de amônio à área superficial dos vasos.

Para definir os estádios fenológicos de desenvolvimento das plantas de milho, foi utilizada a escala de Durães *et al.* (2003). Quando o milho encontrava-se com duas folhas totalmente desdobradas, fez-se um desbaste deixando-se cinco plantas por vaso. No estádio de três folhas desdobradas, realizou-se a aplicação das doses de N em cobertura, relativas aos tratamentos experimentais. Os estádios de desenvolvimento foram definidos com base no desenvolvimento dos colmos principais do milho, quando no mínimo 50% das plantas encontravam-se morfológicamente distinguíveis, que seguem: folha bandeira totalmente desdobrada ou início do desenvolvimento da panícula (fase de crescimento II - reprodutiva); emborrachamento ou pleno desenvolvimento da panícula (fase de crescimento II - reprodutiva); florescimento ou panículas totalmente aparentes (fase de crescimento II - reprodutiva); grão leitoso ao tato ou início do enchimento dos grãos (fase de crescimento III - reprodutiva).

Em cada fase pré-determinada, foi realizada a coleta de toda a parte aérea das plantas, cortadas rente à superfície do solo e submetidas à secagem em estufa de aeração forçada a 60 °C até atingir massa constante. Em seguida, foram determinadas a massa seca da palhada (MS) e os teores e acúmulo de N, fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) na palhada, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997). Com base nos resultados, foram estimadas as quantidades de nutrientes acumulados, multiplicando o teor de nutriente pela massa seca de plantas obtidas por vaso.

O teor de carbono total foi determinado pelo método da queima em mufla à temperatura de 550 °C (SILVA; QUEIROS, 2002). A relação C/N foi obtida da divisão dos teores de carbono total por teores de N total, em cada amostra de palhada.

No estudo estatístico, os dados foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos dos estádios de desenvolvimento do milho foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os efeitos das doses de N foram avaliados mediante análise de regressão polinomial, com ajuste de modelos a partir da significância do coeficiente de regressão e do teste F da regressão (ambos a 5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores produções de matéria seca (MS) foram obtidas com o corte das plantas nos estádios de grão

leitoso e florescimento, seguida pelo corte nos estádios de emborrachamento e da folha bandeira totalmente desdobrada (Figura 1a). Quando o corte das plantas foi realizado nos estádios de grão leitoso ou florescimento houve incremento na produção de MS da palhada de aproximadamente 50 e 100% em relação aos cortes realizados nos estádios de emborrachamento e da folha bandeira, respectivamente. Costa *et al.* (2005), estudando a produção de matéria seca de milho em dois estádios de desenvolvimento (florescimento e maturação), observaram que a produção de matéria seca do milho foi maior no estádio de maturação fisiológica dos grãos. Padovan *et al.* (2012) também relataram que a produção máxima de matéria seca de duas cultivares de milho se deu no estádio de maturação dos grãos.

A adubação nitrogenada aumentou a produção de MS da palhada em todos os estádios de desenvolvimento das plantas (Figura 1a), porém, quando o corte foi realizado nos estádios de grão leitoso e florescimento, com as doses de máxima eficiência técnica (DMET) estimadas de 180 kg ha⁻¹ e 272 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, a adubação nitrogenada aumentou em 50% a produtividade de MS. Da Silva *et al.* (2012) observaram que a maior produção de MS do milho cultivar ADR-300 ocorreu na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, 10 dias após a semeadura. Foloni *et al.* (2008) observaram que a máxima produção da MS do milho ocorreu com a dose de 220 kg ha⁻¹ de N no mesmo tipo de solo utilizado no presente trabalho, em condições de casa de vegetação. Já Silva *et al.* (2012) observaram que a máxima produção da MS do milho ocorreu com a dose de 90 kg ha⁻¹ de N, em experimento de campo conduzido num Latossolo Vermelho distrófico.

O incremento da produção da matéria seca do milho com a adubação nitrogenada deve-se ao fato de que as gramíneas tropicais apresentam alta demanda por N (CANTARELLA *et al.*, 2007). Esse nutriente possui grande participação no crescimento e desenvolvimento da planta, sendo elemento constituinte de aminoácidos e outros compostos orgânicos, como a clorofila. Além disso, o N participa diretamente na formação da enzima rubisco (responsável pela atividade fotossintética das plantas), que representa 50% do total das proteínas solúveis presentes na folha (PRADO, 2008).

Os teores de N na palhada do milho (Figura 1b) apresentaram respostas diferentes em função dos estádios de desenvolvimento e da adubação nitrogenada. Houve incremento no teor de N da palhada com o aumento da dose de N nos estádios da folha bandeira e emborrachamento. Entretanto, no estádio de grão leitoso, não houve diferença, e no estádio de florescimento, o teor de N da palhada diminuiu com o aumento da dose de N. Essa baixa resposta do teor de N à adubação nitrogenada, quando comparada à produção de matéria seca, pode ser explicada pelo fato de que em espécies C4, por serem mais eficientes na fixação de CO₂, a maior disponibilidade de N no solo ocasiona aumento na formação

de novos tecidos vegetais e, conseqüentemente, o acúmulo de massa seca de maneira geral, promovendo a redução nos

teores de N por unidade de massa seca, o que é comumente denominado de “efeito diluição” (FOLONI *et al.*, 2008).

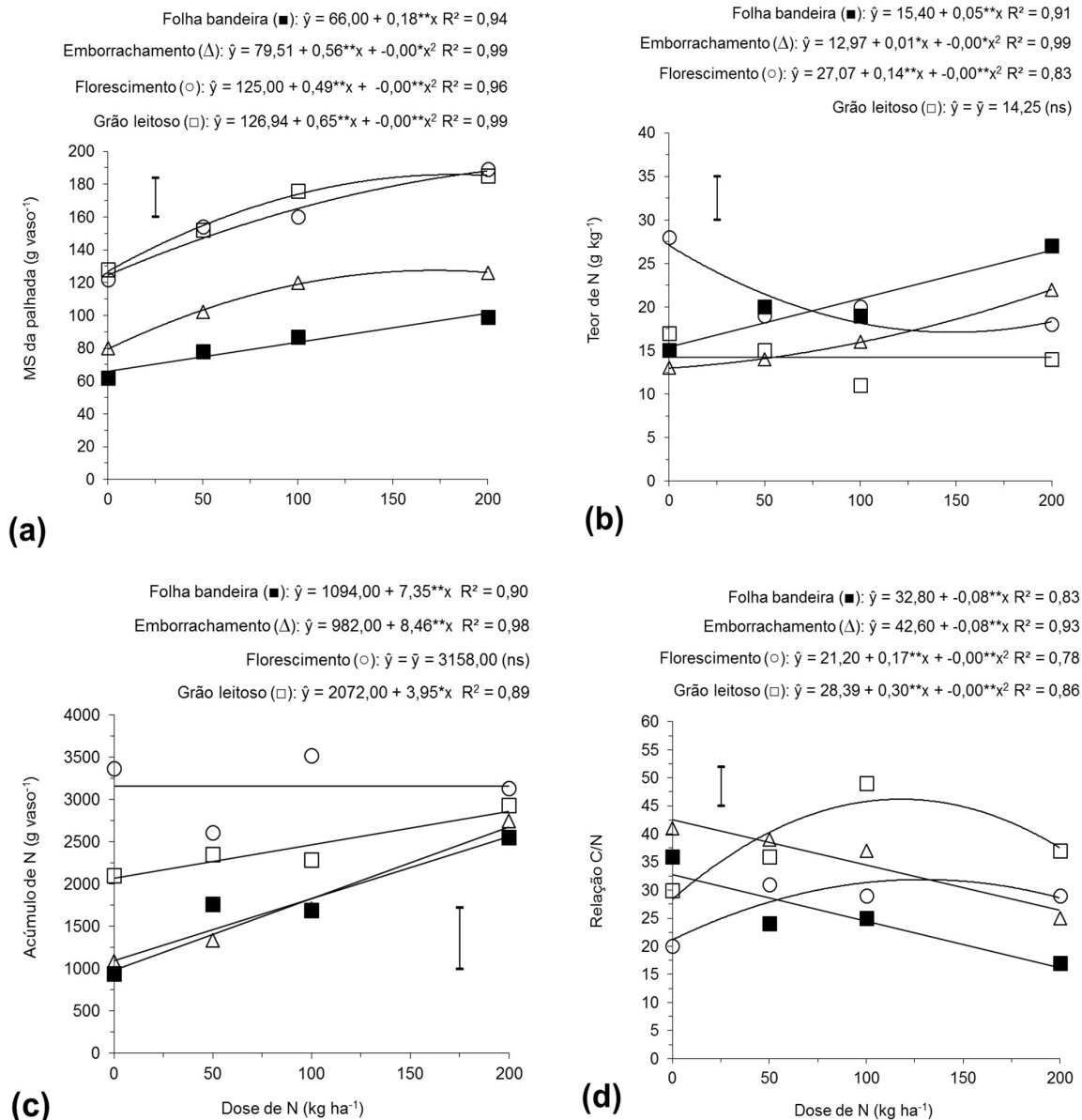


Figura 1 - Massa da matéria seca (MS) (a), teor de N (b), acúmulo de N (c) e relação C/N (d) da palhada do milho submetido ao corte nos estádios de folha bandeira (■), emborrachamento (Δ), florescimento (○) e grão leitoso (□), em função de doses de N. * e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo. Barras verticais representam a DMS pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 1 - Dry matter (DM) (a), N content (b), N accumulation (c) and C/N ratio (d) of millet straw subjected to cutting in flag leaf (■), booting (Δ), flowering (○) and milky grain (□), due to doses of N. * and ** significant at 5% and 1% probability by F test, respectively; ns not significant. Vertical bars represent the DMS by Tukey test at 5% probability.

A ausência de resposta do teor de N da palhada nos estádios de grão leitoso e a redução no teor de N no florescimento (Figura 1b) também se deveu ao fato de que o teor de N na planta de milheto varia em função do estágio de desenvolvimento. Marcante *et al.* (2011) observaram que o teor de N na planta de milheto diminuiu à medida em que a planta avançou o ciclo, ou seja, em plantas jovens o teor de N foi maior.

O maior acúmulo de N na palhada ocorreu no corte das plantas no estágio de florescimento (Figura 1c), porém, nesse estágio, não houve resposta em função da adubação nitrogenada. Nos demais estádios de corte das plantas, a maior dose de N resultou no acúmulo de N na palhada de 1,35 (grão leitoso), 2,45 (emborrachamento) e 2,55 vezes (folha bandeira) em relação à ausência de adubo nitrogenado.

Esses resultados estão de acordo com os observados por Foloni *et al.* (2008) na cultura do milheto, na qual a adubação nitrogenada promoveu aumento no acúmulo de N na palhada, demonstrando, portanto, a grande capacidade da cultura em extrair N no solo. O maior acúmulo de N favorece qualidade da forragem, sobretudo, quando a forrageira é colhida entre 75 – 80 dias após a emergência (TORRES *et al.*, 2008; PADOVAN *et al.*, 2012). Silva *et al.* (2012) relataram que a adubação nitrogenada promoveu aumento nos teores de proteína bruta (PB) nas folhas de milheto, o que favoreceu o maior ganho de peso vivo diário por cabeça animal. Heringer e Moojen *et al.* (2002) mencionaram, ainda, que o fornecimento de N permitiu o aumento da carga animal em pastagens de milheto.

A relação C/N da palhada de milheto foi influenciada pelos estádios de desenvolvimento das plantas e pela adubação nitrogenada (Figura 1d). Quando o corte foi realizado nos estádios de emborrachamento e folha bandeira, a relação C/N da palhada diminuiu com o aumento da adubação nitrogenada. Esses resultados corroboram com os observados na Figura 1b, na qual a adubação nitrogenada promoveu o aumento do teor de N na palhada do milheto nos estádios de folha bandeira e emborrachamento.

Nas plantas coletadas nos estádios de grão leitoso e florescimento, a relação C/N da palhada apresentou resposta quadrática em função da adubação nitrogenada. Para o corte no estágio de grão leitoso, a maior relação C/N da palhada foi obtida com a dose de 115 kg ha⁻¹ de N, e para o estágio de florescimento, a maior relação C/N da palhada foi obtida com a dose de 142 kg ha⁻¹ de N. Sendo assim, em se tratando do cultivo de milheto para forragem e/ou silagem, esses resultados demonstram que, em cortes mais tardios, a adubação nitrogenada promove maior produtividade da massa seca, entretanto, dependem de doses maiores de N para reduzir a relação C/N e manter a qualidade nutritiva da forragem. Flores *et al.* (2013), avaliando o efeito da adubação nitrogenada e a idade de corte do capim-elefante na qualidade da biomassa, observaram que a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N incrementou de 37,3 para 41,7 a

relação C/N da planta, como, também, o corte mais tardio das plantas elevou a relação C/N de 36,7 para 40,4, nas avaliações realizadas aos 120 e 180 dias após o brotamento das plantas, respectivamente.

Em relação ao manejo da palhada no solo, os restos vegetais de plantas cultivadas podem ser agrupados em duas classes, sendo: de decomposição rápida e de decomposição lenta. Assim, restos vegetais com relação C/N maior que 25, geralmente, apresentam forte imobilização do N e velocidade de decomposição relativamente lenta, ao contrário de restos vegetais com relação C/N menor que 25, que têm grande mineralização de N e rápida decomposição (CANTARELLA *et al.*, 2007).

O corte das plantas realizado no estágio de grão leitoso e no florescimento favorece o acúmulo de restos vegetais no solo (Figura 1a), porém, pode haver o retardamento na mineralização de N da palhada devido à alta relação C/N (Figura 1d), necessitando de doses maiores de N para produção de material vegetal com maior teor de N, além de acelerar a disponibilidade de N às plantas para as culturas cultivadas em sucessão ao milheto. Por outro lado, quando o corte das plantas é realizado no estágio de florescimento e da folha bandeira, há menor produção de restos vegetais; entretanto, nesse estágio, a relação C/N da palhada é menor, favorecendo a mineralização do N para a cultura sucessora.

Portanto, se o manejo da palhada de milheto for realizado no estágio de florescimento e grão leitoso, visando a maior quantidade de material vegetal para cobertura da superfície do solo, é necessário realizar-se aplicação de N na cultura sucessora, para mineralização dos resíduos vegetais, minimizando a imobilização de N no solo.

A adubação nitrogenada, além do acúmulo de N, também promoveu o aumento no teor e no acúmulo de outros nutrientes na palhada do milheto (Figura 2). Houve resposta do teor de P (Figura 2a) à adubação nitrogenada somente nas plantas colhidas nos estádios de folha bandeira e emborrachamento. Entretanto, a adubação nitrogenada promoveu acúmulo de P na palhada de milheto em todos os estádios das plantas (Figura 2 b).

Em relação ao teor de K na palhada de milheto, houve resposta positiva à adubação nitrogenada quando as plantas foram avaliadas no estágio da folha bandeira (Figura 2c). Na Figura 2d, observa-se que o maior acúmulo de K na palhada se deu na dose de máxima eficiência técnica de 124 kg ha⁻¹ de N, no estágio de florescimento. Já no estágio da folha bandeira, o acúmulo de K na palhada aumentou linearmente em relação à adubação nitrogenada. Nos estádios de grão leitoso e emborrachamento, não houve diferença no acúmulo de K em função de doses de N. Costa *et al.* (2008) observam, também, aumento dos teores de K em função da adubação nitrogenada em *Urochoa brizantha* cv. Xaraés.

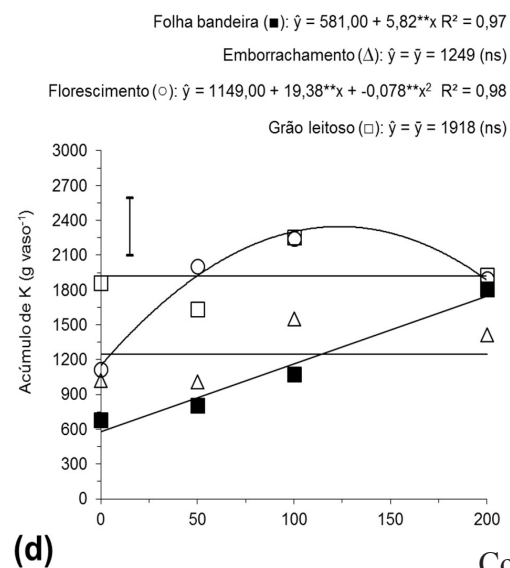
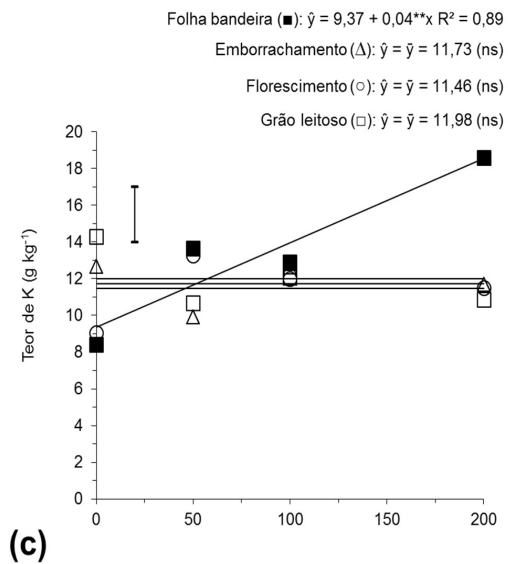
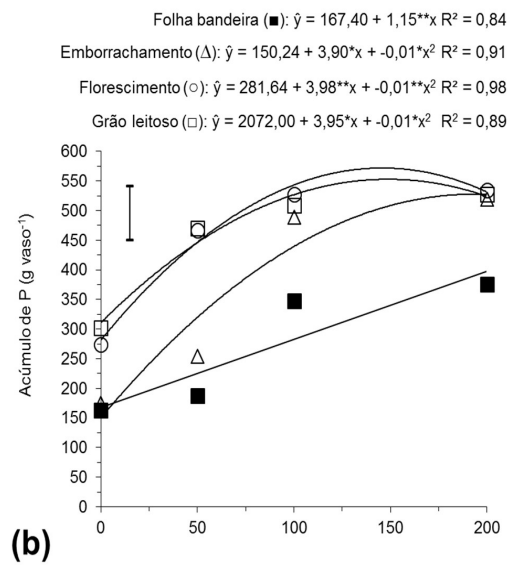
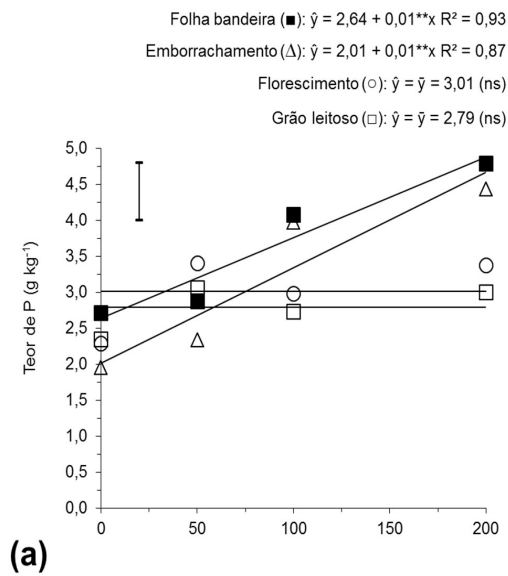
O teor de S, na palhada de milheto, em função das doses de N, foi descrito por modelo linear positivo para os estádios

de corte: folha bandeira, emborrachamento e florescimento (Figura 2e). Quanto ao acúmulo de S na palhada (Figura 2f), a adubação nitrogenada promoveu aumento linear positivo nos estádios de grão leitoso, emborrachamento e folha bandeira. Já no florescimento, obteve-se resposta quadrática do acúmulo de S na palhada, sendo o maior acúmulo observado na dose estimada de 149 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre os teores de nutrientes na parte aérea da planta podem ser atribuídos à maior produção de matéria seca pela cultura (Figura 1a), que

foi positivamente influenciada pela adubação nitrogenada, estimulando o crescimento do sistema radicular (Santi *et al.*, 2003), o que promove maior exploração do solo e, consequentemente, absorção de nutrientes.

Em geral, é possível observar maiores teores dos nutrientes nos estádios de emborrachamento e de folha bandeira. Braz *et al.* 2004, também, observaram maior teor de macronutrientes em palhada de milho entre 52 e 55 dias após emergência das plantas, após esse período, ocorre translocação dos nutrientes das folhas para as partes reprodutivas da planta.



Continua...

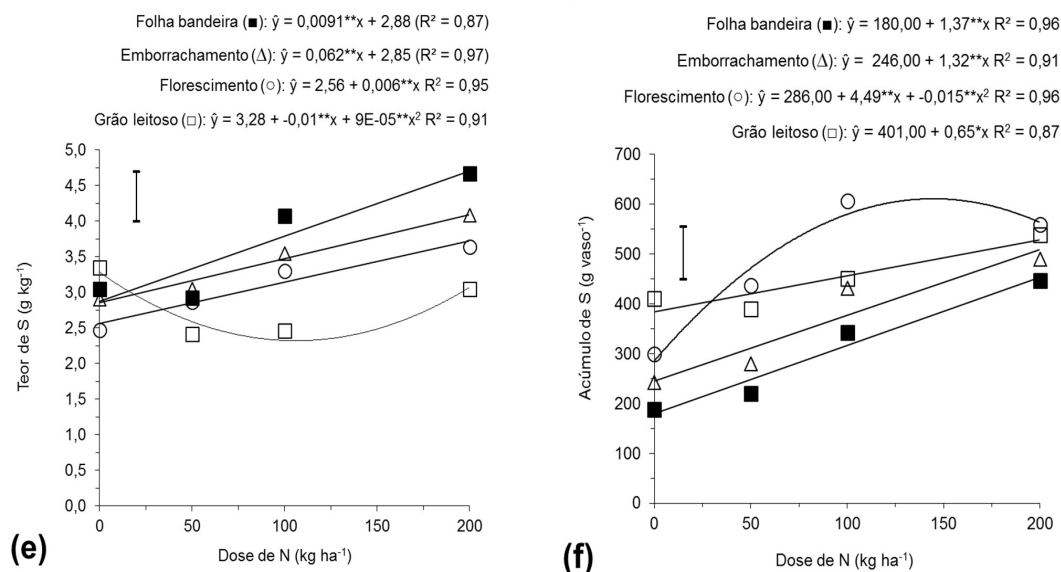


Figura 2 - Teor e acúmulo de P (a e b), teor e acúmulo de K (c e d) e teor e acúmulo de S (e e f) da palhada do milheto submetido ao corte nos estádios de folha bandeira (■), emborrachamento (Δ), florescimento (○) e grão leitoso (□), em função de doses de N. * e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo. Barras verticais representam a DMS pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figure 2 - Content and accumulation of P (a and b), content and accumulation of K (c and d) and content and accumulation of S (e and f) of the submitted millet straw to cut in flag leaf (■), booting (Δ), flowering (○) and milky grain (□), due to doses of N. * and ** significant at 5% and 1% probability by F test, respectively; ns not significant. Vertical bars represent the DMS by Tukey test at 5% probability.

CONCLUSÕES

O maior acúmulo de massa seca das plantas de milheto se dá nos estádios de florescimento e de grão leitoso, sendo a produção incrementada com a adubação de 226,00 kg ha⁻¹ de N;

A maior relação C/N se dá nos estádios de florescimento e grão leitoso na dose de 128,50 kg ha⁻¹ de N, sendo adequados

para colheita visando a mineralização do N para cultura sucessora;

A adubação nitrogenada aumenta o teor e o acúmulo de nutrientes na palhada, como, também, aumenta a liberação de nutrientes para a cultura sucessora devido a menor relação C/N da palhada.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

AMARAL, P.N.C.; EVANGELISTA, A.R.; SALVADOR, F.M.; PINTO, J.C. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milheto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 611-617, 2008.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p. 83-87, 2004.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BRARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTI, R.B.; NEVES, J.C.L. 1. ed. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.

CATUCHI, T. A.; VÍTOLO, H. F.; BERTOLLI, S. S.; SOUZA, G. M. Tolerance to water deficiency between two soybean cultivars: transgenic versus conventional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 373-378, 2011.

- COSTA, C.H.M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R.P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio crotalária com milho sob fragmentação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 197-208, 2014.
- COSTA, K.A.P.; DE OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; FIGUEIREDO, F.C.; RODRIGUES, C.R.; NASCIMENTO, P.P. Adubação nitrogenada e potássica na concentração de nutrientes do capim-Xaraés. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p. 86-92, 2008.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V.; NEVES, B.P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F.M.T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição química-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1197-1202, 2007.
- COSTA, A.C.T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M.B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1171-1177, 2005.
- DA SILVA, A.G.; FARIAS JÚNIOR, O.L.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E.S.; RIOS, L.C.; MORAES FILHO, C.G.; FERREIRA, J.L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, p. 67-75, 2012.
- DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; SANTOS, F.G. Fisiologia da planta de milho, **Circular Técnica 28**, Sete Lagoas, 2003. 65p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa-STI, 2006. 412 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. – 2. Ed. Rev. Ampl. - Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 1997. 212.p.
- FLORES, R.A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; COLLIER, L.S.; ZANETTI, J.B.; PRADO, R.M.; Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 127-136, 2013.
- FOLONI, J.S.S.; GARCIA, R.A.; TIRITAN, C.S.; DA SILVA, A.S.J. Adubação nitrogenada e qualidade dos restos vegetais de milho e aveia preta. **Agrarian**, v. 1, p. 45-57, 2008.
- FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A. Efeito da calagem e sulfato de amônio no algodão: I - Transporte de cátions e ânions no solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 425-432, 2006.
- GUIMARÃES JUNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. **Utilização do milho para produção de silagem**. Planaltina, 28p, 2009. (Documento 259 – Embrapa Cerrados).
- HERINGER, I.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milho submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 875-882, 2002.
- KOLLET, J.L.; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1308-1315, 2006.
- MALAVOLTA, E.A.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. Ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.
- MARCANTE, N.C.; CAMACHO, M.A.; PAREDES, F.P.J. Teores de nutrientes no milho como cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 196-204, 2011.
- MAZZA, L.M.; PÔGGERE, J.C.; FERRARO, F.P.; RIBEIRO, C.B.; CHEROBIM, V.F.; MOTTA, A.C.V.; MORAES, A. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim mombaça no primeiro planalto paranaense. **Scientia Agraria**, v. 10, p. 257-265, 2009.
- MONTAGNER, D.B.; DA ROCHA, M.G.; GENRO, T.C.M.; BREMM, C.; DOS SANTOS, D.T.; ROMAN, J.; ROSO, D. Ingestão de matéria seca por novilhas de corte em pastagem de milho. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 686-691, 2011.
- PADOVAN, M.O.; MOTTA, I.S.; CARNEIRO, L.F.; MOITINHO, M.R.; SALOMÃO, G.B. Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pelo milho para fins de adubação verde em sistemas de produção sob bases ecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, p. 95-103, 2012.
- PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; MACEDO, C.H.O.; BEZERRA, H.F.C.; PERAZZO, A.F. Silages of pearl millet submitted to nitrogen fertilization. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 918-924, 2014.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. (Ed.). São Paulo: Editora UNESP, 2008. 408 p.

RIBEIRO, C.V.D.M.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P.; SUSIN, I; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. Substituição do Grão de Milho pelo Milheto (*Pennisetum americanum*) na Dieta de Vacas Holandesas em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1351-1359, 2004.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.

SILVA, A.G.; FARIAS JÚNIOR, O.L.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E.S.; RIOS, L.C.; MORAES FILHO, C.G.; FERREIRA, J.L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada. **Ciências Animal Brasileira**, v. 13, p. 67-75, 2012.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.421-428, 2008.