

Foto: Milton Parron Padovan



## Estádio mais Adequado de Manejo do Milheto para Fins de Adubação Verde

Milton Parron Padovan<sup>1</sup>  
Ivo de Sá Motta<sup>2</sup>  
Leandro Flávio Carneiro<sup>3</sup>  
Mara Regina Moitinho<sup>4</sup>

A inclusão de plantas para adubação verde em sistemas agrícolas é fundamental à manutenção e à melhoria da qualidade do solo, pois o protege dos agentes erosivos, além de possibilitar a ciclagem de nutrientes e a adição de carbono (BURLE et al., 2006).

O milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown] é uma opção importante dentre as espécies vegetais para adubação verde. É uma planta anual, forrageira de verão, de clima tropical, hábito ereto, porte alto, e pode atingir até 5 m de altura. Dentre as principais características do milheto ressaltam-se: tolerância à seca, capacidade em adaptar-se a diferentes solos, facilidade de produzir sementes e boa adaptação à mecanização. Essa espécie vem sendo utilizada com maior intensidade, no Cerrado, no período de safreina (fevereiro a abril) e na primavera (agosto a outubro), como adubo verde e cobertura do solo para plantio direto e outras finalidades, por exemplo, na integração lavoura-pecuária (BURLE et al., 2006).

Os efeitos promovidos pela adubação verde nas propriedades físico-químicas do solo são bastante variáveis, dependendo da espécie utilizada, do manejo dado à biomassa, da época de plantio, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições locais, da composição bioquímica e das interações entre esses fatores (COSTA et al., 1993). Silva et al. (2002) também ressaltam a adequada época de corte dos adubos, sendo manejados, de preferência, após o florescimento e antes da frutificação, para garantir a adição de uma boa quantidade de material vegetal ao sistema solo.

As recomendações vigentes para realizar o manejo de adubos verdes variam desde o início do florescimento até o florescimento pleno. Porém, em função da alta taxa de acumulação de matéria seca e nutrientes, que acontece no período da formação e enchimento de grãos, pode-se viabilizar maior aporte de massa e nutrientes para o sistema solo, se o manejo for realizado

<sup>1</sup>Biólogo., Dr., Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: padovan@cpao.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng.-Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. E-mail: ivomotta@cpao.embrapa.br

<sup>3</sup>Eng.-Agrôn., Dr., Professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia, MS. E-mail: leoflacar@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Bióloga, Mestranda em Ciência do Solo na Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP. E-mail: maramoitinho@gmail.com

nesta época. Este fato aumenta o potencial da espécie como melhoradora de solo, conforme também foi constatado por Geraldo et al. (2002), em um estudo envolvendo o milheto, sem comprometer a infestação da área com essa gramínea para as culturas em sucessão.

Diante destas considerações, aliado à importância dos adubos verdes em promover aporte de carbono ao solo, ciclagem de nutrientes e a proteção do solo nos sistemas agrícolas predominantes na região tropical, o estágio mais adequado do manejo (corte) dos adubos verdes pode proporcionar maior aporte de material orgânico ao sistema solo, contribuindo para uma reciclagem mais eficiente de nutrientes e aumento no teor de matéria orgânica do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica de acumulação de massa e nutrientes do milheto e aferir o estágio mais adequado para manejá-lo, a fim de possibilitar maior aporte de massa e nutrientes ao sistema solo, visando maximizar o seu potencial como adubo verde.

O estudo foi desenvolvido em condições de campo em duas ecorregiões de Mato Grosso do Sul, em sistemas de produção manejados sob bases ecológicas. Nos anos agrícolas de 2007/2008 e 2009/2010, o trabalho foi realizado em Dourados, MS, localizado nas coordenadas geográficas 22°16' S e 54°49' W, com altitude de 408 m, em um Latossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa (152, 104 e 744 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente). Em 2008/2009, o estudo foi desenvolvido em Itaquiraí, situado nas coordenadas geográficas 23°028' S e 54°011' W, altitude de 340 m, em um Latossolo Vermelho Amarelo (SISTEMA..., 1999), textura arenosa (852, 37 e 111 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente).

Nas duas localidades onde foi realizada a experimentação, o início do período chuvoso normalmente ocorre em outubro, intensificando de dezembro a fevereiro, reduzindo significativamente as precipitações pluviométricas em março e abril. Durante os meses de junho a agosto a precipitação ocorre, predominantemente, em níveis baixíssimos, enquanto os meses de abril e setembro podem ser considerados como de transição entre os períodos chuvoso e seco (FIETZ; FISCH, 2008).

Os solos nas áreas experimentais, por ocasião da instalação dos experimentos, apresentavam os seguintes valores de alguns atributos químicos na

profundidade de 0-20 cm em Dourados (2008 e 2010) e Itaquiraí (2009), respectivamente: pH em água = 5,3; 5,5 e 5,8; Al<sup>3+</sup> = 0,6; 0,5 e 0,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 2,5; 2,7 e 1,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,9; 1,8 e 0,7 cmolc dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,40; 0,46 e 0,11 cmolc dm<sup>-3</sup>; P (Mehlick<sup>-1</sup>) = 22,4; 23,6 e 8,1 mg dm<sup>-3</sup> e M. O. = 28,1; 28,0 e 10,00 g kg<sup>-1</sup>.

O milheto (cultivar BRS 1501) foi semeado de forma direta em Dourados e após o preparo do solo, através de uma gradagem pesada e uma de nivelamento, em Itaquiraí, ambos sem adubação. As semeaduras foram realizadas nos dias 26.11.2007, 17.10.2008 e 4.11.2009, em linhas espaçadas de 0,45 m, na densidade de 30 a 40 plantas m<sup>-1</sup>, em unidades experimentais de 9,0 m de largura x 25,0 m de comprimento, com quatro repetições, em delineamento experimental de blocos ao acaso. Não houve intervenção durante o ciclo do milheto para controle de plantas espontâneas, bem como de insetos-praga e doenças.

Os tratamentos foram representados pelas épocas de amostragens realizadas aos 45, 60, 75, 90 e 105 dias após a emergência (DAE), correspondendo a diferentes estádios fenológicos, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Estádios fenológicos do milheto e os respectivos períodos transcorridos após a emergência das plântulas. Médias de estudos em Dourados (anos agrícolas 2009/2010 e 2007/2008) e Itaquiraí (2008/2009), em Mato Grosso do Sul.

Estádios fenológicos	DAE <sup>(1)</sup>
Desenvolvimento vegetativo	45
Florescimento	60
Grãos leitosos a pastosos	75
Grãos em processo de secamento	90
Grãos secos	105

<sup>(1)</sup>Dias após a emergência.

Cada amostragem correspondeu a 1 m<sup>2</sup> de área, fazendo-se o corte rente ao solo da parte aérea do milheto e, na sequência, quantificou-se a massa verde. Em seguida, algumas plantas foram separadas ao acaso, pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 65 °C, até peso constante, para determinação da massa seca.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na biomassa das plantas de milheto foram determinados conforme Malavolta et al. (1997).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias ajustadas aos modelos de

regressão a 5% de probabilidade, através do pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Os resultados apresentados na Figura 1 demonstram, através das equações de regressão ajustadas, que a produção máxima da massa seca do milheto em Dourados e Itaquiraí foi alcançada aos 91 e 96 DAE e da massa fresca aos 89 e 87 DAE, respectivamente. No ano agrícola de 2009/2010, em Dourados, a produção máxima de massa seca e fresca foi alcançada, respectivamente, aos 97 e 76 DAE (Figura 2). Ressalta-se o elevado acúmulo de massa seca do milheto nas diferentes regiões, alcançando 10 e 9,5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente em Dourados (2007/2008) e Itaquiraí (2008/2009) e 12 t ha<sup>-1</sup> em Dourados (2009/2010). Entretanto, o milheto encontrava-se no estágio de maturação dos grãos (E9) (MAITI; BIDINGER, 1981), o que pode resultar em infestação do solo com a gramínea, uma vez que as sementes poderão germinar e concorrer por recursos do ambiente (água, nutrientes e radiação solar) com a cultura sucessora.

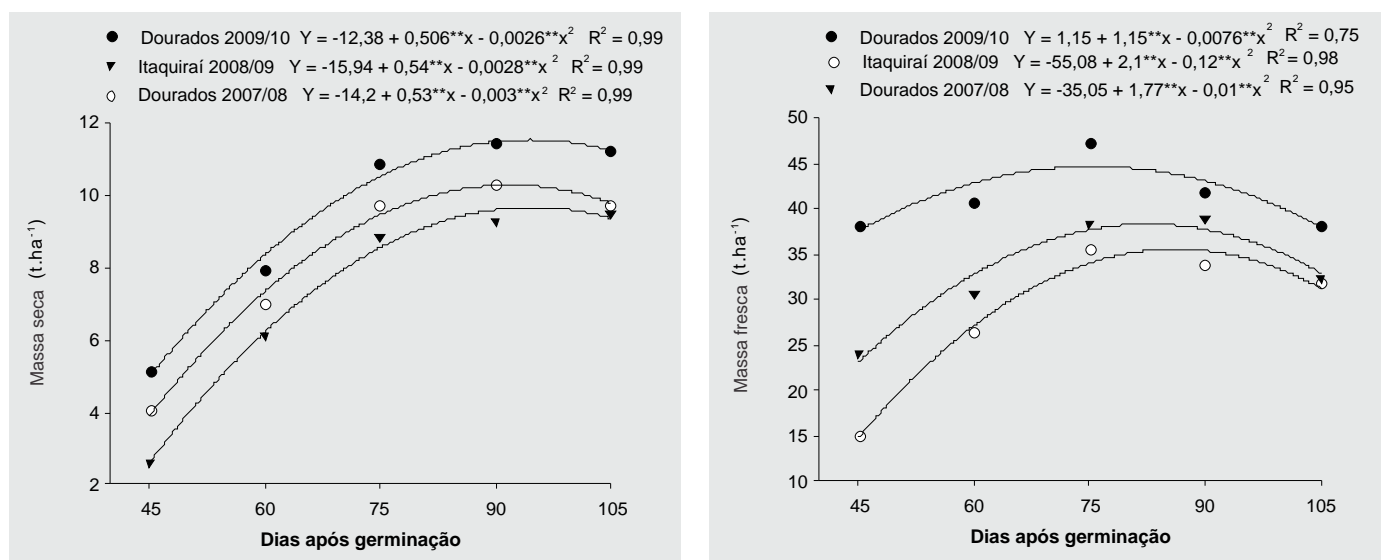
Assim, o estágio para o manejo dessa gramínea em condições de segurança para fins de adubação verde deve ser até quando os grãos encontrarem-se no estágio pastoso, o que corresponde, segundo Maiti e Bidinger (1981) a E8.

Neste estudo, este estágio foi atingido aos 75 DAE, com uma produção de 9,24 t ha<sup>-1</sup> (92% em relação à máxima acumulada) de massa seca em Dourados (2007/2008), 8,81 t ha<sup>-1</sup> (93% em relação à máxima acumulada) em

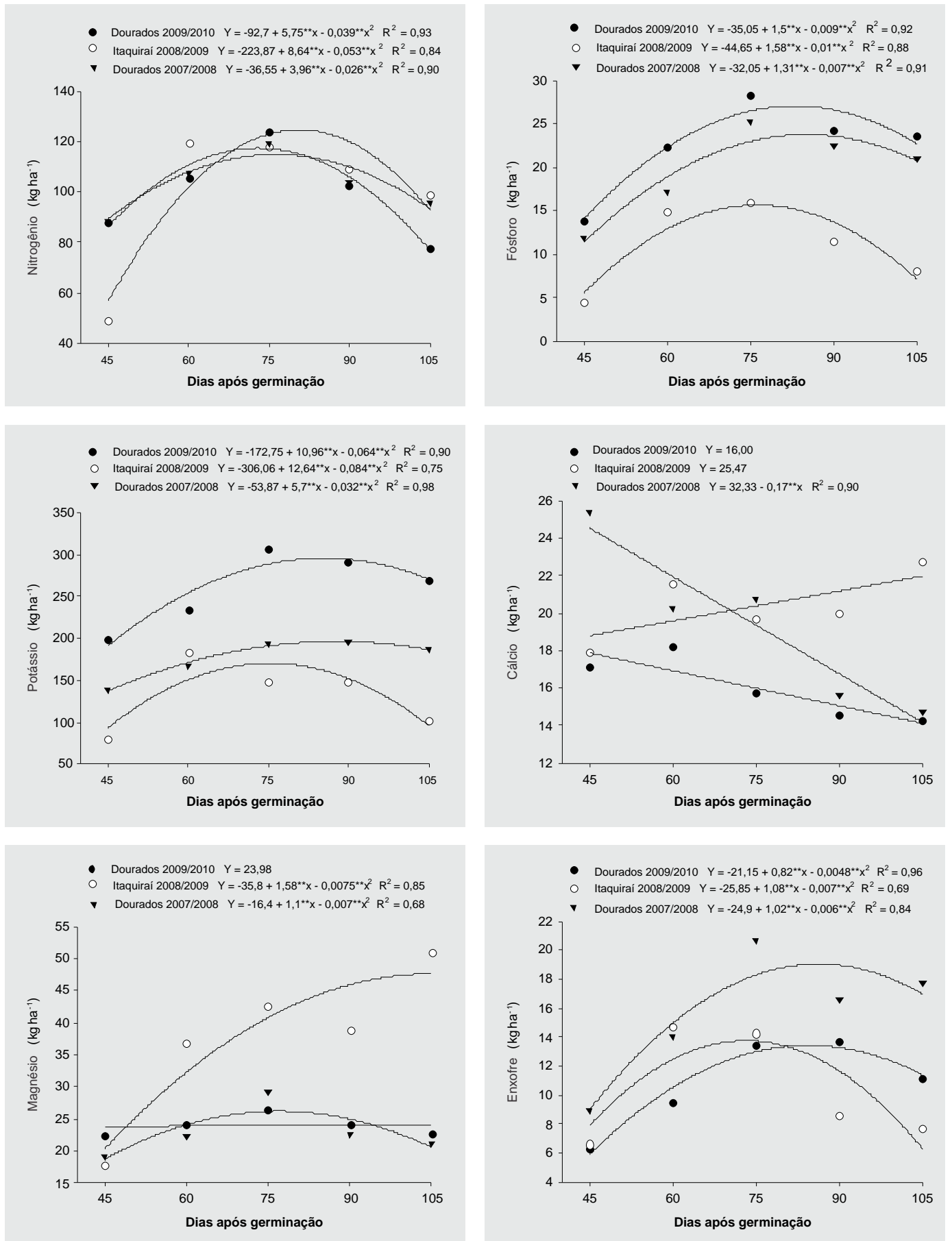
Itaquiraí (2008/2009) e 10,95 t ha<sup>-1</sup> (91% em relação à máxima acumulada) em Dourados (2009/2010), e 41,45; 34,92 e 44 t ha<sup>-1</sup> de massa fresca em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010), respectivamente.

Em estudos realizados em diferentes regiões do Brasil, Moura et al. (2010) observaram, em Goiás, acúmulo de até 6,0 t ha<sup>-1</sup> de massa seca na parte aérea do milheto; Padovan et al. (2006 e 2007) constataram 6,7 e 7,3 t ha<sup>-1</sup> em Mato Grosso do Sul; Perin et al. (2004) observaram 7,1 t ha<sup>-1</sup> em Minas Gerais; em Tocantins, Santos e Collier (2000) e Silva et al. (2003) constataram 7,6 e 10,9 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, demonstrando o elevado potencial como adubo verde dessa gramínea. Ressalta-se que a produção mínima nestas regiões foi superior a 6,0 t ha<sup>-1</sup>, a qual, segundo Darolt (1998), é a quantidade mínima anual de fitomassa que deve ser adicionada ao sistema solo na região tropical.

No estágio de florescimento – E6 (MAITI; BIDINGER, 1981), correspondendo ao período recomendado atualmente para o manejo visando ao uso para adubação verde, o milheto acumulou 7,16, 6,38 e 8,62 t ha<sup>-1</sup> de massa seca em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010), respectivamente. O acúmulo de massa fresca foi de 35,05; 27,72 e 42,8 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010), observado neste estudo aos 60 DAE.



**Figura 1.** Massa seca e fresca do milheto ao longo do ciclo de cultivo, para fins de adubação verde. Dourados, 2009/2010 e 2007/2008 e Itaquiraí, 2008/2009.



**Figura 2.** Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo milheto ao longo do ciclo de cultivo, para fins de adubação verde. Dourados, 2009/2010 e 2007/2008 e Itaquirai, 2008/2009.

No entanto, considerando as elevadas taxas de acumulação diária de massa seca do milheto entre o florescimento e o estágio em que os grãos apresentavam-se do estágio leitoso ao pastoso - E7 a E8 (75 DAE), houve acúmulo médio de 138, 162 e 155,3 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010). Assim, retardando o corte 15 dias, ou seja, aos 75 DAE, acrescentou ao sistema solo 2,08; 2,4 e 2,33 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, respectivamente, em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010), o que é altamente expressivo.

O acúmulo máximo de nutrientes pelo milheto na parte aérea, tanto em Dourados (2007/2008), aos 91 DAE, como em Itaquiraí (2008/2009), aos 96 DAE, e em Dourados (2009/2010), aos 97 DAE, foram, respectivamente, em kg ha<sup>-1</sup>: N = 114; 128 e 98,1; P = 24; 16,5 e 26; K = 200; 170 e 288,4; Mg = 27; 47,2 e 26,6 e S = 12,6; 6 e 13,23 (Figura 2).

O material orgânico produzido pelo milheto proporciona elevada ciclagem de nutrientes de camadas subsuperficiais, principalmente de N e K, pois são mais móveis no solo e acumulados em maiores quantidades, trazendo-os novamente à superfície do solo onde estarão disponíveis às culturas de interesse econômico, possibilitando a redução do uso de adubos sintéticos (MIYASAKA et al., 1984).

Padovan et al. (2008) avaliaram a capacidade do milheto em acumular nutrientes, num agroecossistema em transição agroecológica, em Itaquiraí, MS, e observaram acúmulo de 76, 16 e 153 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente, no estágio de início de formação dos grãos.

A literatura tem mostrado, em trabalhos sobre o milheto utilizado como adubo verde, que o momento do manejo (corte) concentra-se no período do florescimento (SODRÉ FILHO et al., 2004). Porém, do florescimento até o estágio de grãos leitosos a pastosos ocorre significativo acúmulo de massa e nutrientes na parte aérea das plantas.

Observou-se, no presente trabalho, que a produção de massa seca e fresca do milheto, no período correspondente ao início do florescimento (60 DAE) até a formação dos grãos leitosos a pastosos (75 DAE), foi de 2,07 e 6,3 t ha<sup>-1</sup>; 2,43 e 7,2 t ha<sup>-1</sup> e 2,33 e 3,0 t ha<sup>-1</sup>,

respectivamente, em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010). Essa diferença em matéria seca, durante 15 dias, resultou em um acúmulo de N = 6,75; 22,3 e 8,0 kg ha<sup>-1</sup>; P = 5,48; 3,45 e 4,0 kg ha<sup>-1</sup>; K = 20,7; 19,5 e 35,0 kg ha<sup>-1</sup>; Mg = 2,32; 8,55 e 2,39 kg ha<sup>-1</sup> e S = 1,46; 1,0 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em Dourados (2007/2008), Itaquiraí (2008/2009) e Dourados (2009/2010).

Os elevados acúmulos de K e N pelo milheto em apenas 15 dias, em Itaquiraí, correspondem em torno de 40 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 48,8 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. Diante destes resultados, pode-se inferir que uma simples mudança no período de manejo (corte) do milheto proporciona incrementos significativos no aporte de massa ao sistema solo e maior ciclagem de nutrientes; dessa forma contribuem para a redução no aporte de nutrientes via fertilizantes minerais e, conseqüentemente, aumentam a lucratividade do produtor e a redução de impactos ambientais.

Diante dessas constatações e, considerando a importância de estabelecer um manejo que favoreça maior aporte de C e melhor ciclagem de nutrientes no sistema solo, e a conseqüente melhoria da sua qualidade, a mudança no período de manejo do milheto para os estádios de grãos leitosos a pastosos maximiza o potencial dessa espécie como adubo verde e pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade do solo.

## Conclusões

O milheto apresenta elevado acúmulo de biomassa e nutrientes na parte aérea das plantas, mostrando-se altamente promissor como adubo verde.

O momento mais adequado para o manejo do milheto para fins de adubação verde ocorre quando os grãos encontram-se nos estádios leitosos e pastosos.

## Referências

BURLE, M. L. et al. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Ed). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

COSTA, M. B. B. da (Coord.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção de sistemas. In: DAROLT, M. R. (Org.). **Plantio direto**: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998. p. 16-45. (IAPAR. Circular, 101).

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, 2000. 69 p.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS**. 2. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 32 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 92).

GERALDO, J. et al. Fenologia e produção de massa seca e de grãos em cultivares de milheto-pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 9, p. 1263-1268, 2002.

MAITI, R. K.; BINDER, F. R. **Growth and development of the pearl millet plant**. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1981. 14 p. (ICRISAT. Research bulletin, 6).

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ADUBAÇÃO VERDE, 1., 1983, Rio de Janeiro. **Adubação verde no Brasil**: trabalhos apresentados. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 64-123.

MOURA, J. B. de et al. Produção de biomassa e capacidade de supressão de plantas invasoras pela cultura do milheto em adubação de sistema. **Varia Scientia - Agrárias**, Cascavel, PR, v. 1, n. 1, p. 23-30, 2010.

PADOVAN, M. P. et al. Acúmulo de massa e nutrientes na parte aérea de adubos verdes num sistema sob transição agroecológica em Itaquiraí, MS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 3, n. 2, p. 99-102, 2008. Disponível em: <<http://tinyurl.com/26z6rrd>>. Acesso em: 5 nov. 2010.

PADOVAN, M. P. et al. Efeito do pré-cultivo de adubos verdes no desempenho da cultura do feijoeiro num sistema sob manejo orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 4., 2006, Belo Horizonte. **Construindo horizontes sustentáveis**: anais. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006. 1 CD-ROM.

PADOVAN, M. P. et al. Plantio direto de repolho sobre a palhada de adubos verdes num sistema sob manejo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 333-336, 2007. Disponível em: <<http://tinyurl.com/2amjsc6>>. Acesso em: 4 nov. 2010.

PERIN, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

SANTOS, A. R.; COLLIER, L. S. Produção de matéria seca de três cultivares de milheto em duas épocas de plantio sob níveis de adubação nitrogenada. In: JORNADA ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2000, Palmas. **Anais...** [Palmas]: UNITINS, 2000. 1 CD-ROM.

SILVA, F. L. et al. Potencial de restituição de nutrientes através de plantas de cobertura em plantio direto no Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Solo**: alicerce dos sistemas de produção. Botucatu: UNESP; Ribeirão Preto: SBSC, 2003. 1 CD-ROM.

SILVA, J. A. A. da et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

SODRÉ FILHO, J. et al. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

## Comunicado Técnico, 171

Embrapa Agropecuária Oeste  
Endereço: BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 661  
79804-970 Dourados, MS  
Fone: (67) 3416-9700  
Fax: (67) 3416-9721  
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

1ª edição  
(2011): versão eletrônica

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Comitê de Publicações

Presidente: *Guilherme Lafourcade Asmus*  
Secretário-Executivo: *Alexandre Dinnys Roes*  
Membros: *Clarice Zanoni Fontes, Claudio Lazzarotto, Eder Comunello, Michely Tomazi, Milton Parron Padovan, Rodrigo Arroyo Garcia, Silvia Mara Belloni e Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes*  
Membros suplentes: *Alceu Richetti e Oscar Fontão de Lima Filho*

## Expediente

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*  
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*