

Acúmulo de fitomassa e nutrientes e estágio mais adequado de manejo do feijão-de-porco para fins de adubação verde

Accumulation of fitomass and nutrient and more appropriate developing stage of management of jack bean for green manuring

PADOVAN, Milton Parron¹; MOTTA, Ivo de Sá¹; CARNEIRO, Leandro Flávio²; MOITINHO, Mara Regina³; FERNANDES, Shaline Sefara Lopes⁴.

1 Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS - Brasil, padovan@cpao.embrapa.br e ivomotta@cpao.embrapa.br; 2 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia/MS - Brasil, leoflacar@yahoo.com.br; 3 Programa de Mestrado em Ciência do Solo no Departamento de Ciências Exatas - FCAV-UNESP, Jaboticabal/SP - Brasil, maramoitinho@hotmail.com; 4 Programa de Pós-graduação em Biologia Geral - Bioprospecção da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Dourados/MS - Brasil, shaline_sefara@hotmail.com.

RESUMO : O estudo foi desenvolvido em agroecossistemas manejados sob bases ecológicas no Estado de Mato Grosso do Sul, em Dourados (22°16' S e 54°49' W, com altitude média de 408 m, em um Latossolo Vermelho Distroférrico), no ano agrícola 2007/2008 e em Itaquiraí, MS (23°028' S e 54°011' W, altitude de 340 m, em um Latossolo Vermelho distrófico típico) em 2008/2009. O objetivo foi avaliar a dinâmica de acúmulo de massa seca e nutrientes na parte aérea do feijão-de-porco e identificar o estágio mais apropriado para o manejo (corte), com vistas a maximizar o aproveitamento do seu potencial para fins de adubação verde. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Os parâmetros avaliados a cada 15 dias, correspondendo aos 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a emergência (DAE), foram: acumulação de massa fresca e seca, N, P, K, Ca, Mg e S, pela parte aérea. Os resultados obtidos mostraram que a leguminosa acumulou elevadas quantidades de fitomassa e nutrientes na parte aérea das plantas e indicam que o estágio mais adequado para o manejo do feijão-de-porco para fins de adubação verde corresponde à formação das primeiras vagens e início da formação dos grãos (90 DAE), pois a partir do florescimento continua acumulando expressivas quantidades de massa e nutrientes, principalmente N, K e Ca, maximizando ainda mais seu potencial para promover melhorias nos solos e benefícios às culturas subsequentes.

PALAVRAS-CHAVE: *Canavalia ensiformis*, adubos verdes, estágio de manejo, leguminosa, reciclagem de nutrientes.

ABSTRACT: The study was developed in agroecosystems managed under ecological basis in Mato Grosso do Sul State, in Dourados (22°16' S e 54°49' W, with average altitude of 408 m, in a Distroferic Oxisol), season 2007/2008 and Itaquiraí (028° 23' S and 011° 54' W), altitude of 340 m, in a Dystrophic Red Latosol or Oxisoil, in 2008/2009. The objective was evaluate the accumulation dynamics of mass and nutrients in the shot of the jack bean and to identify the best stage for the management (cut), with the purpose of increasing the utilization of its potential in order to be used as green manure. The experimental design used was randomized blocks with four replications. The accumulation of fresh and dry mass, N, P, K, Ca, Mg and S, in the shot plants were evaluated every 15 days, corresponding to 45, 60, 75, 90, 105, 120 and 135 days after the emergency (DAE). The obtained results showed that jack bean has high accumulation of fresh and dry mass and nutrients in the shot of the plants, and indicate that the most appropriate stage for its management for green manuring corresponds to the formation of the first pods and early seed formation, since the beginning of flowering continues accumulating significant amounts of mass and nutrients, especially N, K and Ca, maximizing their potential to promote improvements in soil, and benefits to subsequent crops.

KEY WORDS: *Canavalia ensiformis*, green manure, stage management, legumes, nutrient recycling.

Introdução

O uso de adubos verdes proporciona diminuição dos efeitos negativos da ação direta das chuvas e dos ventos sobre o solo; diminuição da lixiviação de nutrientes presentes no solo, na forma solúvel; manutenção de temperatura e umidade favoráveis à atividade biológica e à conservação da matéria orgânica; manutenção e melhoria da fertilidade do solo; diminuição de custos com adubação química, bem como com controle de plantas invasoras; produção de matéria orgânica para incorporação ao solo, melhorando as condições físicas e estimulando processos químicos e biológicos e melhoria da estrutura dos solos (ALVARENGA et al., 2001; ANDRADE NETO et al., 2008; CALEGARI, 1995; FAVERO et al., 2000; PADOVAN et al., 2006).

Dentre as contribuições que o uso de adubos verdes acarreta, destaca-se a melhoria da fertilidade do solo. O nitrogênio é um dos nutrientes que mais limitam o crescimento das plantas nos trópicos. Portanto, o uso de adubos verdes capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) eficientemente, pode representar contribuições consideráveis na viabilidade econômica e sustentabilidade dos sistemas de produção (BODDEY et al., 1997; SILVA et al., 2002).

De acordo com Oliveira et al. (2002a), quando se utiliza leguminosas na adubação verde, uma das principais vantagens é a redução e até eliminação da necessidade de aplicação de nitrogênio via fertilizante sintético, pois essas plantas fixam nitrogênio do ar através de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, enriquecendo o solo com esse macronutriente. O sistema radicular ramificado e profundo das leguminosas também proporciona aumento na eficiência de utilização dos adubos, uma vez que trazem às camadas superficiais do solo nutrientes perdidos por lixiviação, principalmente potássio, cálcio, magnésio e nitrato, funcionando, também, como “agente minerador” de nutrientes de pouca

disponibilidade como o fósforo e o molibdênio, tornando-os mais disponíveis às culturas subsequentes. Além disso, as raízes dessas plantas contribuem para a abertura de pequenas galerias no solo, facilitando a circulação de ar e água (RUSSELL et al., 1981), sendo também observado o efeito de aproximação das partículas do solo, para posterior cimentação, formação e estabilização dos agregados do solo.

A escolha de espécies de adubos verdes para introdução nos arranjos de produção depende da adaptação às condições de clima de cada região e do interesse do produtor (SILVA; ROSOLEM, 2001). Segundo Alvarenga et al. (2001) e Chaves e Calegari (2001), as espécies escolhidas devem crescer bem em condições de baixa a média fertilidade do solo, e devem ter capacidade de adaptação a solos ácidos (ERNANI et al., 2001). A produção de massa pelas espécies utilizadas como adubos verdes é fortemente influenciada pelas condições climáticas, edáficas e fitossanitárias locais (AMADO et al., 2002), bem como pelos seus sistemas radiculares. Essas espécies devem apresentar rusticidade, crescimento inicial rápido e alta produção de fitomassa (CARVALHO; SODRÉ FILHO, 2000).

Nesse contexto, o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) tem sido utilizado como adubo verde em diversas regiões do país, pois possui grande rusticidade, boa resistência à seca, adapta-se bem a solos ácidos, salinos, mal drenados e de baixa fertilidade. Quando cultivado pela primeira vez na área, recomenda-se a inoculação das sementes com rizóbio (VARGAS et al., 2002). Carsky (1989) constatou acúmulo de 231 kg de N ha⁻¹ pelo feijão-de-porco cultivado no período chuvoso em áreas de Cerrado, sendo 79 % desse total oriundo da FBN, ou seja, 181 kg ha⁻¹.

Chaves et al. (1980), Ricci e Rodrigues (2009) e Teixeira et al. (2005) relatam sobre a utilização do feijão-de-porco consorciado com culturas

perenes, já que essa leguminosa tolera o sombreamento parcial e vem sendo empregado nesse arranjo em diversos países. No Cerrado do Brasil Central, o feijão-de-porco pode ser semeado no final do período de chuvas (após a colheita de uma cultura comercial de ciclo mais precoce), devido a sua tolerância à seca e ao fato de apresentar baixa sensibilidade ao fotoperíodo (AMABILE et al., 2000).

Segundo Oliveira et al. (2002b), considerando as características de cada região, ainda são necessários mais estudos sobre o acúmulo de fitomassa e de nutrientes de adubos verdes para elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas comerciais. Adicionalmente, Padovan et al. (2005) e Moraes et al. (2008) chamam a atenção em relação aos estudos sobre os adubos verdes que ainda são incipientes no tocante ao conhecimento da dinâmica de acumulação de fitomassa e nutrientes por essas espécies vegetais.

Partindo dessa premissa, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes na parte aérea do feijão-de-porco e identificar o estágio mais apropriado para o manejo (corte), com vistas a maximizar o aproveitamento do seu potencial para fins de adubação verde.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido em duas ecorregiões de Mato Grosso do Sul, em agroecossistemas manejados sob bases ecológicas (EMBRAPA, 2006a). No ano agrícola de 2007/2008, o trabalho foi realizado em Dourados, MS, localizado nas coordenadas geográficas 22°16' S e 54°49' W, com altitude média de 408 m, num Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2006b), textura muito argilosa (152, 104 e 744 g kg⁻¹ 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, numa altitude de 340 m, em um Latossolo

Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2006b), textura arenosa (852, 37 e 111 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente).

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

O solo 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 e Itaquiraí, respectivamente: pH em água = 5,4 e 5,8; Al³⁺ = 0,5 e 0,1 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 2,7 e 1,1 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,8 e 0,8 cmol_c dm⁻³; K⁺ = 0,42 e 0,10 cmol_c dm⁻³; P (Mehlick-1) = 22,7 e 9,5 mg dm⁻³ e matéria orgânica = 29,0 e 12,0 g kg⁻¹.

O feijão-de-porco foi semeado de forma direta em Dourados e após preparo do solo através de uma gradagem pesada e uma de nivelamento, em Itaquiraí, ambos sem adubação. As semeaduras foram realizadas no período de outubro a novembro, em linhas espaçadas de 0,45 m, na densidade de 5 a 6 plantas m⁻¹, 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 feijão-de-porco para controle de plantas espontâneas, bem como de insetos-praga e doenças.

Os tratamentos foram representados pelas épocas de amostragens, realizadas em quatro repetições, aos 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a emergência (DAE).

Cada amostragem correspondeu a 1 m² de área, realizada a partir do lançamento de um retângulo metálico na área útil de cada parcela,

fazendo-se, posteriormente, o corte rente ao solo da parte aérea do feijão-de-porco e, na sequência, quantificou-se a massa verde. Em seguida, algumas plantas foram separadas ao acaso (cerca de 300 a 400 g de massa fresca), pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada à 65°C, até peso constante, para determinação da massa seca.

Após a determinação da massa seca da parte aérea, as plantas foram trituradas em moinho tipo Willey, armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Solos, Plantas e Corretivos da Embrapa Agropecuária Oeste, para realização das análises químicas.

Após digestão nitroperclórica das amostras (ZAROSKI; BURAU, 1977), foram determinados os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, K por fotometria de chama (MALAVOLTA et al., 1997), P por colorimetria (BRAGA; DEFELIPO, 1974) e S por turbidimetria (BLANCHARD et al., 1965). O N total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl, após digestão sulfúrica (BREMNER; MULVANEY, 1982). Para determinação do acúmulo dos nutrientes (kg

ha⁻¹), os teores foram multiplicados pela fitomassa seca total estimada do feijão-de-porco.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias ajustadas aos modelos de regressão a 1% de probabilidade, através do pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Os resultados apresentados na Figura 1 demonstram, através das equações de regressão ajustadas, que a produção máxima da massa seca do feijão-de-porco em Dourados e Itaquiraí, foi alcançada aos 117 e 112 DAE e, para a massa fresca aos 97 e 98 DAE, respectivamente. Ressalta-se a elevada produção de massa seca do feijão-de-porco nas diferentes ecorregiões, as quais foram de 7,65 e 4,55 Mg ha⁻¹, respectivamente para Dourados e Itaquiraí. Essa diferença na produção de fitomassa do feijão-de-porco nas localidades é, provavelmente, decorrente das condições climáticas e edáficas (AMADO et al., 2002). Observa-se que o Latossolo Vermelho em Dourados, além de apresentar maior

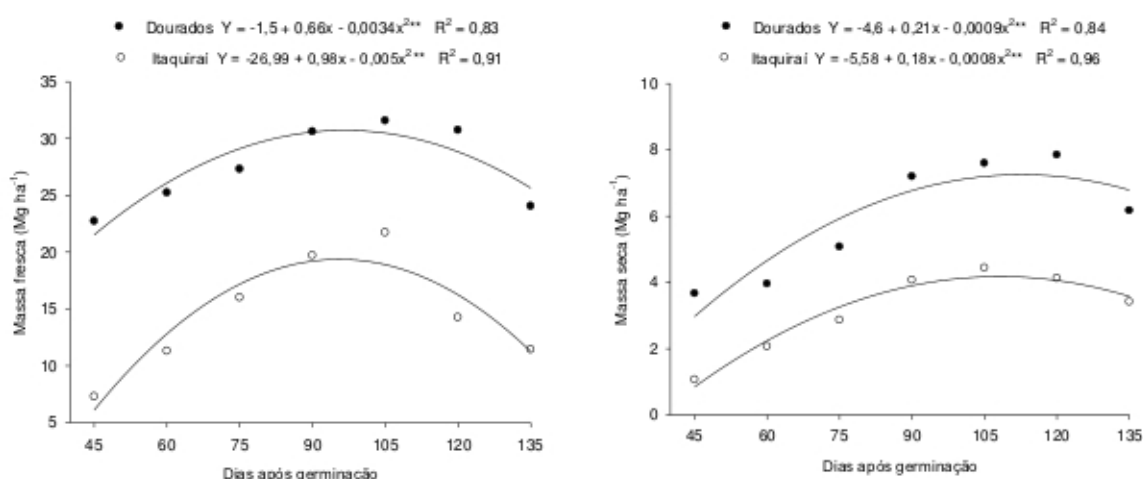


Figura 1. Produção de massa seca e fresca do feijão-de-porco ao longo do ciclo de cultivo em Dourados, MS (2007/2008) e Itaquiraí, MS (2008/2009).

**Significativo a 1% de probabilidade.

teor de Ca, Mg, K e P, possui maior teor de argila e MOS, os quais tendem a proporcionar maior capacidade de troca de cátions e retenção de água, aspectos físico-químicos que ajudam a explicar a diferença de produção de fitomassa entre as ecorregiões.

O acúmulo de massa seca pela parte aérea do feijão-de-porco neste estudo assemelhou-se ao que foi constatado em outros trabalhos (ALVARENGA et al., 1995; CARVALHO, 2000; FAVERO et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2005), os quais verificaram produções de massa seca entre 4,93 e 10,17 Mg ha⁻¹, com semeadura na primavera. Com o objetivo de determinar a massa verde e seca do feijão-de-porco em cultivo isolado, com semeadura em março, Teixeira et al. (2005) observaram produção de 13,8 e 2,73 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Segundo Calegari (1995), Igue et al. (1984), Miyasaka (1984), os adubos verdes devem ser manejados (roçados ou dessecados) no estágio de florescimento para fins de adubação verde, época que é possível garantir boa quantidade de material orgânico para o solo. Costa (1989) chama a atenção que a incorporação das plantas (adubos verdes) após o desenvolvimento dos frutos, pode resultar em possível infestação dos solos com as sementes do adubo verde, o que pode ser problema para cultivos subsequentes.

No entanto, resultados obtidos por Moraes et al. (2008) e Padovan et al. (2010), mostram que o manejo de adubos verdes no estágio de início de formação dos grãos maximiza o potencial das espécies como “melhoradoras de solos”, pois entre o início de florescimento e o início de formação de grãos, acumula-se grandes quantidades de massa e recicla-se grandes quantidades de nutrientes, sem representar riscos de infestação de áreas, uma vez que os adubos verdes são manejados antes de iniciar o processo de maturação.

Ressalta-se a importância de identificar o

“estádio ideal” para fazer o manejo (corte ou dessecação) de cada espécie de adubo verde. Neste estudo ficou evidente que há grande diferença na produção de massa verde e seca entre o período de florescimento e início de frutificação das vagens do feijão-de-porco. Entre o período correspondente ao início da floração (75 DAE) até o início da frutificação das vagens do feijão-de-porco (90 DAE) (início da formação dos grãos), observou-se acúmulo médio diário de 303 e 455 kg ha⁻¹ de massa fresca, respectivamente em Dourados e Itaquiraí (Figura 1). Se o manejo do feijão-de-porco fosse realizado aos 75 DAE, correspondendo ao início do florescimento, deixaria de acrescentar ao sistema solo cerca de 4,54 e 6,82 Mg ha⁻¹ de massa fresca e 1,72 e 1,44 Mg ha⁻¹ de massa seca, respectivamente em Dourados e Itaquiraí.

Esse acréscimo de massa seca no solo pode propiciar melhorias significativas das características físicas e químicas do solo e manutenção e/ou elevação do teor de matéria orgânica do solo, diminuição da erosão hídrica e eólica, manutenção da temperatura do solo, além de agir como barreira física contra a infestação de plantas invasoras, bem como favorecer o desenvolvimento e produtividade de espécies agrícolas em cultivos subsequentes (ANDRADE NETO et al., 2008; BOER et al., 2008; SILVA et al., 2002).

Além da adição de massa, a qual é fonte de C-orgânico ao solo, principalmente em Dourados, o feijão-de-porco também acumulou quantidades significativas de nutrientes (Figura 2). O acúmulo máximo na parte aérea, tanto em Dourados como em Itaquiraí, foram respectivamente, em kg ha⁻¹: N = 212,17 e 106,65, P = 17,42 e 5,4, K = 140,2 e 63, Ca = 97,3 e 66,98, Mg = 23,8 e 19,67 e S = 12,58 e 6,01 (Figura 2). Portanto, o feijão-de-porco mostrou-se eficiente em ciclar nutrientes, especialmente pelas grandes quantidades de N, K

Acúmulo de fitomassa e nutrientes

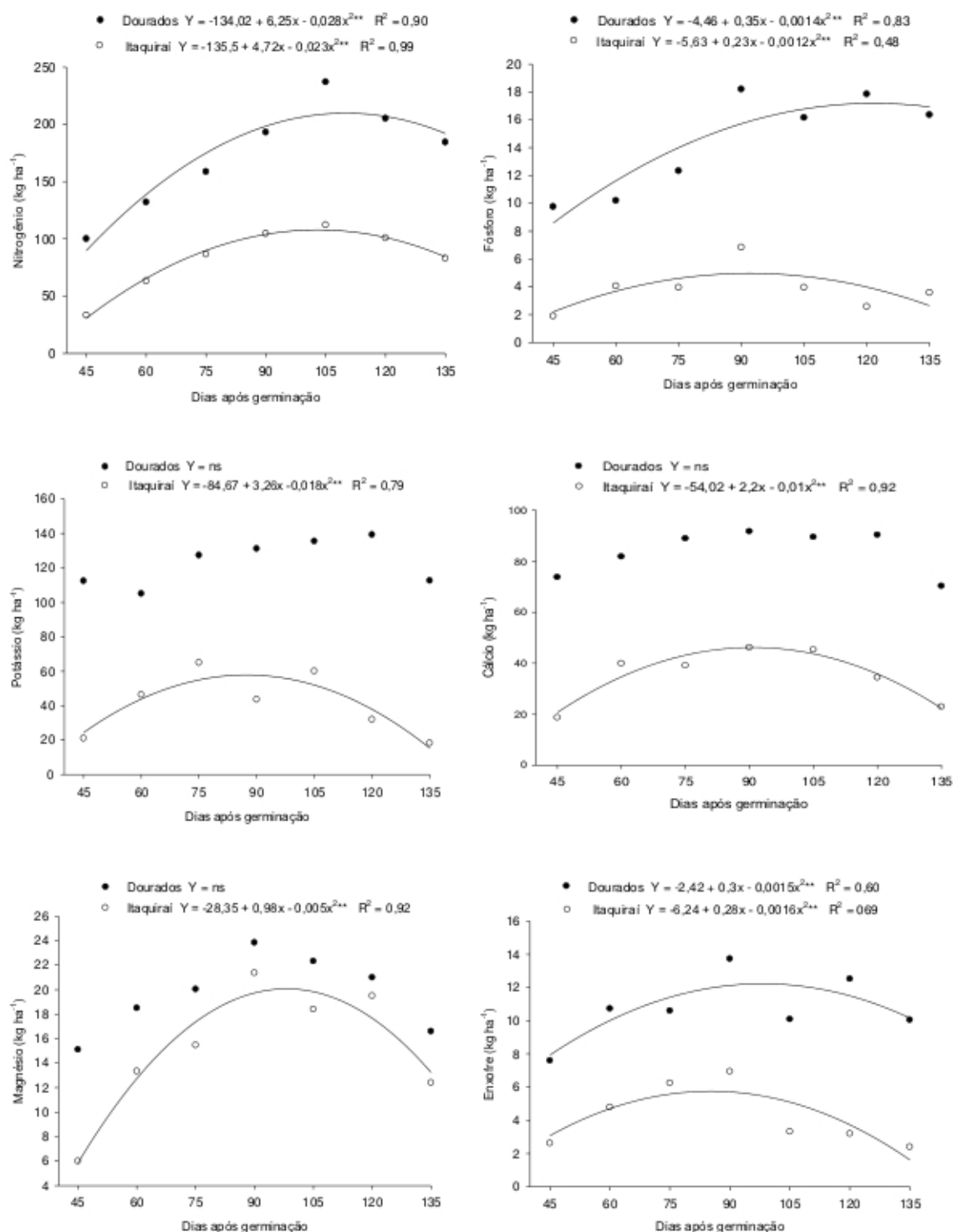


Figura 2. Acúmulo de macronutrientes na parte aérea do feijão-de-porco ao longo do ciclo de cultivo em Dourados, MS (2007/2008) e Itaquiraí, MS (2008/2009).

**Significativo a 1% de probabilidade.

e Ca imobilizadas.

Saminéz et al. (2006), com o objetivo de avaliar a capacidade de extração de nutrientes do solo pelo feijão-de-porco sob sistema orgânico de produção nas condições de verão dos cerrados, em Brasília, observaram acumulação de N, K e Ca de, respectivamente, 415, 256 e 327 kg ha⁻¹. Esses resultados reforçam o grande potencial do feijão-de-porco em reciclar nutrientes e servem de subsídio para o planejamento do manejo da fitomassa vegetal, visando o uso eficiente para as culturas subsequentes.

Em relação ao estágio ideal para o manejo do feijão-de-porco, considerando o acúmulo dos nutrientes, entre o período do florescimento (75 DAE) e da frutificação (90 DAE), observa-se que, assim como para o acúmulo de massa fresca e seca, houve significativo aumento no acúmulo dos nutrientes avaliados (Figura 2), principalmente de N, K e Ca. As quantidades dos nutrientes acumulados, durante esse período, respectivamente em Dourados e Itaquiraí, foram em kg ha⁻¹: N = 49,65 e 34,5; P = 3,04 e 1,56; K = 3,77 e 20,55; Ca = 2,8 e 17,25; Mg = 3,8 e 6,75 e S = 2,13 e 1,68.

De maneira geral, os resultados de produção de massa e acúmulo de nutrientes pelo feijão-de-porco reforçam o grande potencial dessa espécie para fins de adubação verde, principalmente no que se refere à possibilidade de redução e até supressão da aplicação de nitrogênio via fertilizante sintético para as culturas subsequentes, pois o N é, dentre os macronutrientes, que mais limita a produção das culturas nos trópicos (SILVA et al., 2002).

O acúmulo de N e K pelo feijão-de-porco entre a floração até o início da formação de grãos, que compreendeu a quinze dias, corresponde em torno de 111 e 88 kg ha⁻¹ de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Portanto, pode-se inferir que uma simples mudança no período de manejo (corte) do feijão-de-porco, proporciona incrementos

significativos de massa no solo e maior ciclagem de nutrientes, contribuindo para redução no aporte de nutrientes via fertilizantes químicos e, consequentemente, aumentando a lucratividade do produtor e redução de impactos ambientais.

Conclusão

O estágio mais adequado para o manejo do feijão-de-porco para fins de adubação verde corresponde à formação das primeiras vagens e início da formação dos grãos (90 DAE), pois a partir do florescimento continua acumulando expressivas quantidades de massa e nutrientes, principalmente N, K e Ca, maximizando ainda mais seu potencial para promover melhorias nos solos e benefícios às culturas subsequentes.

Referências Bibliográficas:

- ALVARENGA, R. C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMABILE, R. F. et al. Comportamento de espécies de adubo verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, p. 47-54, 2000.
- AMADO, T. J. C. et al. Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ANDRADE NETO, R. C. et al. Adubação verde: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 3, n. 1, p. 16-20, 2008.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.
- BLANCHARD, R. W. et al. Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acids. **Soil**

- Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 29, n. 1, p. 71-72, 1965.
- BODDEY, R. M. et al. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 5/6, p. 787-799, 1997.
- BOER, C. A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A. L. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1982. p. 595- 624.
- CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação de verão no Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 1995. 118 p.
- CARSKY, R. J. Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crops using a buried bag technique. 1989. 257 f. Thesis (Ph. D.) – Cornell University, Ithaca, 1989.
- CARVALHO, A. M. de. SODRÉ FILHO, J. **Uso de adubos verdes como cobertura de solo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2000. 20 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, 11).
- CARVALHO, M. A. C. Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria, MS. 2000. 189 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2000.
- CHAVES, J. C. D. et al. **Adubação verde em lavoura cafeeira**. Londrina: IAPAR, 6 p. (IAPAR. Informe de Pesquisa, 24).
- CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.
- COSTA, M. B. B. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura**. São Paulo: Icone, 1989. 107 p. (Coleção Brasil Agrícola).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006a. 70 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2 ed., 2006b. 306 p.
- ERNANI, P. R. et al. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 897-904, 2001.
- FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 5, p. 171-177, 2000.
- FERREIRA, D. F. **Sistema de Análise Estatística para dados balanceados - SISVAR**. Lavras, MG: UFLA/DEX, 2000.
- FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008 (Embrapa Agropecuária Oeste. Série Documentos, 92).
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos na propriedade do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 232-267.
- 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: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p. 64-123.
- MORAES, R. M. et al. Acúmulo de massa seca e nutrientes na parte aérea do milho e o estágio mais adequado de manejo para fins de adubação verde. **Revista Brasileira de Agroecologia** (online), Cruz Alta, RS, v. 3., suplemento especial, p. 95-98, 2008.
- OLIVEIRA, F. H. T. et al. Fertilidade do solo no sistema Plantio Direto. In: ALVAREZ V. et al. (ed). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2., 2002a. p. 393-486.
- OLIVEIRA, T. K. et al. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002b.
- PADOVAN, M. P. et al. Indicadores agrônômicos do potencial da soja (Cv. Celeste), para fins de adubação verde de verão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, RS, v. 11, n. 1/2, p. 47-54, 2005.
- PADOVAN, M. P. et al. O papel estratégico da

- adubação verde no manejo agroecológico do solo. In: PADOVAN, M. P. (ed.). **Conversão de Sistemas de Produção Convencionais para Agroecológicos: Novos Rumos à Agricultura Familiar**. Dourados, MS: Edição do Autor, 2006. p. 69-82.
- PADOVAN, M. P. et al. Desempenho de adubos verdes e o efeito no milho em sucessão num sistema sob transição agroecológica no território do Cone Sul de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 8, 2010, São Luís, MA. Agricultura Familiar: Crise Alimentar e Mudanças Climáticas Globais. **Anais...**São Luís: SBSP, 2010. CD-ROM.
- RUSSELL, R. S. et al. **The soil-root system in relation to brazilian agriculture**. Londrina, PR: IAPAR, 1981. 372 p.
- SAMINÊZ, T. C. O. et al. Extração de nutrientes por espécies de adubos verdes sob sistema orgânico de produção nas condições de verão dos cerrados. **Revista Brasileira de Agroecologia** (online), Cruz Alta, RS, v. 1, n. 1, 2006.
- SILVA, J. A. A. et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.
- SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p.253-260, 2001.
- TEIXEIRA, C. M. et al. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 29, n. 1, p. 93-99, 2005.
- VARGAS, M. A. T. et al. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 97-127.
- ZAROSKI, R. J.; BURAU, R. G. A rapid nitric-perchloric acid digestion method for mult-elemnt tissue analysys. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n. 5, p. 425-436, 1977.