



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbc.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Pereira Pacheco, Leandro; Magalhães Barbosa, Juliano; Mozena Leandro, Wilson; Oliveira de Almeida Machado, Pedro Luiz; Lara de Assis, Renato; Eموke Madari, Beáta; Petter, Fabiano André
PRODUÇÃO E CICLAGEM DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE COBERTURA NAS CULTURAS
DE ARROZ DE TERRAS ALTAS E DE SOJA

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 35, núm. 5, 2011, pp. 1787-1799
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180221126033>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

PRODUÇÃO E CICLAGEM DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE COBERTURA NAS CULTURAS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS E DE SOJA⁽¹⁾

Leandro Pereira Pacheco⁽²⁾, Juliano Magalhães Barbosa⁽³⁾
Wilson Mozena Leandro⁽⁴⁾, Pedro Luiz Oliveira de Almeida
Machado⁽⁵⁾, Renato Lara de Assis⁽⁶⁾, Beáta Eموke Madari⁽⁵⁾ &
Fabiano André Petter⁽²⁾

RESUMO

As plantas de cobertura em sistema de plantio direto pode contribuir na formação de palhada e ciclagem de nutrientes para as culturas em sucessão. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura semeadas em safrinha no desempenho do arroz de terras altas e da soja semeados em rotação, em sistemas plantio direto e preparo convencional, em Latossolo Vermelho do município de Rio Verde, Goiás. O estudo foi realizado no período de abril de 2008 a abril de 2010. Utilizou-se o delineamento em faixas com fatorial 2 x 5 com quatro repetições. Nas faixas horizontais foram testados os dois sistemas de manejo do solo (plantio direto e convencional) e nas faixas verticais, as plantas de cobertura. As avaliações de matéria seca, taxa de cobertura do solo e ciclagem de nutrientes foram realizadas apenas nos tratamentos plantio direto, em que as parcelas foram subdivididas em seis épocas de coletas de matéria seca após a dessecação das plantas de cobertura, o que ocorreu aos 0, 15, 30, 60, 90 e 120 dias a partir da dessecação de manejo das plantas de cobertura, perfazendo um fatorial 5 x 6. As plantas de cobertura, semeadas em safrinha, foram as seguintes: *Brachiaria brizantha*, *B. ruziziensis*, *Pennisetum glaucum* e *B. ruziziensis* + *Cajanus cajan* e o pousio. Avaliaram-se a

⁽¹⁾ Trabalho de tese do primeiro autor, Bolsista da CAPES, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG. Trabalho financiado pela Fundação Agrisus. Recebido para publicação em 16 de setembro de 2010 e a provado em 29 de junho de 2011.

⁽²⁾ Professor Adjunto 1, Campus Professora Cinobelina Elvas, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Rod. BR 135, km 03, CEP 64900-000 Bom Jesus (PI). E-mails: leandropacheco@terra.com.br; fabianopetter@brturbo.com.br

⁽³⁾ Engenheiro-Agrônomo, doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal de Goiás – UFG. Cx. Postal 131, CEP 74001-970 Goiânia (GO). Bolsista da CAPES. E-mail: julianomagbarbosa@hotmail.com

⁽⁴⁾ Professor Associado do Departamento de Solos, UFG. E-mail: mozena@bol.com.br

⁽⁵⁾ Pesquisador A, Manejo dos Solos, Embrapa Arroz e Feijão. Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás (GO). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mails: pmachado@cnpaf.embrapa.br; madari@cnpaf.embrapa.br

⁽⁶⁾ Professor, Campus Iporá, Instituto Federal Goiano. Rod. GO 060, Km 01, CEP 76200-000 Iporá (GO). Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 do CNPq. E-mail: relassis@bol.com.br

produção de matéria seca, a taxa de cobertura do solo, o acúmulo e liberação de nutrientes pelas plantas de cobertura e a produtividade do arroz na safra 2008/09 e da soja na safra 2009/10, semeados em rotação. As espécies *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis* + *C. cajan* destacaram-se na produção de matéria seca, taxa de cobertura do solo e acúmulo de nutrientes no final do período de entressafra. Os nutrientes com mais acúmulos nas matérias secas foram N e K, e as maiores taxas de liberação no solo foram observadas nos elementos K e P. As maiores produtividades de arroz sob plantio direto foram obtidas sobre palhadas de *P. glaucum* e *B. ruziziensis*, enquanto a cultura da soja não apresentou diferenças em sua produtividade nos tratamentos estudados.

Termos para indexação: sucessão de culturas, plantio direto, decomposição, produtividade de grãos, cobertura morta.

SUMMARY: BIOMASS PRODUCTION AND NUTRIENT CYCLING OF COVER CROPS IN UPLAND RICE AND SOYBEAN

The cover crops in no-till system can contribute to the formation of mulch and nutrient cycling to annual crops in succession. The objective of this study was to evaluate biomass production and nutrient cycling of cover crops sown in the second growing season, in crop rotation after upland rice and soybean, in no-tillage and conventional tillage systems, on a Red Latassol of Rio Verde, state of Goiás, from April 2008 to April 2010. The experiment was evaluated in randomized strips, in a 5 x 6 factorial design, with four replications. In the horizontal strips two soil management systems (after three years of no-tillage and conventional systems) were evaluated and the cover crops in the vertical strips. Biomass and ground cover and nutrient cycling rates were only evaluated in the no-till treatments, in a 5 x 6 factorial arrangement, where the plots were subdivided, corresponding to six harvest dates of dried biomass 0, 15, 30, 60, 90 and 120 days after cutting of the cover crops. The following cover crops were sown in the second growing season: Brachiaria ruziziensis, Pennisetum glaucum and B. ruziziensis + Cajanus cajan and a fallow treatment as reference. Biomass production and the rates of soil cover and nutrient accumulation and release by cover crops as well as rice and soybean yield were evaluated. B. ruziziensis and B. ruziziensis + C. cajan performed best in biomass production, ground cover and nutrient accumulation at the end of the cover crops. The nutrients N and K had the highest concentration in the biomass, and the highest nutrient release to the soil was observed for K and P. The highest rice yield was observed when grown in no-tillage on crop residues of P. glaucum and B. ruziziensis, while soybean yields did not differ in the treatments.

Index terms: crops succession, no-tillage, decomposition, grain yield, mulch.

INTRODUÇÃO

As áreas agrícolas do Estado de Goiás têm sido ocupadas, em sua maioria, pela cultura da soja, alcançando mais de 23 M ha (CONAB, 2010). No entanto, a cultura do arroz, com apenas 100 mil ha, têm sido desenvolvida no Cerrado, para abertura de áreas (cultura de 1º ano), em razão de apresentar menor exigência quanto à fertilidade do solo, além de baixo custo de produção.

O cultivo de arroz em terras altas tem apresentado dificuldade quanto à semeadura direta no Cerrado, principalmente quanto ao seu desenvolvimento e crescimento inicial, o que dificulta sua inclusão na rotação com a soja semeada em sistema plantio direto – SPD (Kluthcouski et al., 2000). Em razão da crescente demanda desse cereal e da dificuldade na

expansão do cultivo irrigado no Sul do país, torna-se necessário estudar técnicas que possibilitem a introdução do arroz de terras altas em áreas de plantio direto, como opção em relação à soja e ao milho em rotação.

O uso de plantas de cobertura semeadas em safrinha no Cerrado tem sido praticado na tentativa de reduzir a erosão, incrementar o teor de matéria orgânica (Prior et al., 2004) e proporcionar a ciclagem de nutrientes após a colheita da cultura anual (Aita & Giacomini, 2006; Boer et al., 2007; Torres et al., 2008). Nesse bioma, a existência de estação seca prolongada, que se inicia nos meses de abril-maio e vai até os meses de setembro-outubro, tem dificultado o estabelecimento de plantas de cobertura (Pacheco et al., 2008). Além disso, após a senescência das plantas de cobertura na safrinha, as elevadas temperaturas

nos meses subsequentes provocam rápida decomposição de seus resíduos, o que pode ocasionar déficit de cobertura do solo no início do período chuvoso seguinte, expondo o solo aos agentes erosivos (Torres et al., 2005). Diante disso, o uso de plantas de cobertura que possam produzir elevadas quantidades de matéria seca em condições de déficit hídrico e também apresentar resistência quanto à decomposição durante a entressafra (Giacomini et al., 2003; Crusciol et al., 2005) pode contribuir para a formação de palhada para o SPD.

A disponibilidade de nutrientes no solo, com destaque para os baixos teores de N na forma amoniacal, pode limitar o crescimento e desenvolvimento inicial do arroz em plantio direto, em razão da baixa atividade da enzima redutase do nitrato. Assim, o uso de plantas de cobertura que possam disponibilizar maiores quantidades de amônio ao solo, via processo de mineralização do N, e elevar o teor de matéria orgânica pode viabilizar, de forma sustentável, a produção de arroz de terras altas em rotação com soja. Embora o suprimento de N na soja, em sua maioria, esteja associado à fixação biológica, nos estádios iniciais de crescimento da cultura há necessidade de sua disponibilidade no solo, em razão da baixa eficiência dos nódulos (Kluthcouski et al., 2000). Segundo Torres et al. (2005), com o aumento do teor de matéria orgânica no solo têm-se possibilidades de maior suprimento de N às plantas cultivadas, que pode ser adicionado ao solo via mineralização da matéria seca de plantas de cobertura durante a entressafra.

O milheto (*Pennisetum glaucum*) tem sido bastante utilizado, em safrinha, para a produção de palhada no SPD (Boer et al., 2007; Pacheco et al., 2008), em razão da elevada produção de matéria seca entre 60 e 110 dias após a semeadura, em período de florescimento pleno. Nesse estágio fenológico, o milheto deve ser manejado de forma mecânica ou química, iniciando-se seu processo de decomposição precoce em relação às culturas sucessoras. Ainda, necessita-se de estudos que avaliem o sincronismo entre a liberação de nutrientes por plantas de cobertura e o período de maior exigência nutricional das culturas em sucessão.

O uso de espécies perenes, como *Brachiaria brizantha* e *B. ruziziensis*, que apresentam tolerância ao déficit hídrico tem sido difundido para serem implantadas durante a safrinha. Além do mais, estudos mostram que o crescimento inicial dessas espécies é inferior na safrinha, comparado ao milheto, no qual, somente após o início das chuvas nos meses de setembro/outubro as braquiárias conseguem significativo acúmulo de matéria seca e nutrientes.

A introdução de leguminosas também pode resultar em acréscimos de nutrientes ao solo, principalmente o N, via fixação biológica (Silva et al., 2008). Alguns trabalhos têm evidenciado que o C fixado via matéria seca das plantas de cobertura é insuficiente para garantir o aumento de matéria orgânica de alta

qualidade ao solo. Segundo Kalbitz et al. (2000), o N desempenha funções importantes, como: nutrição da microbiota do solo e da formação de vários compostos básicos da matéria orgânica do solo (ácidos húmicos, fúlvicos e humina).

Estudos que possam avaliar a eficiência de plantas de cobertura em produzir elevadas quantidades de resíduos vegetais e que forneçam nutrientes ao solo para serem utilizados pelas culturas anuais em sucessão precisam ser realizados. Existem alguns estudos que relatam a capacidade das plantas de cobertura na ciclagem de nutrientes do solo, porém são limitados aqueles que apresentam a relação entre a ciclagem de nutrientes e o desempenho das culturas anuais, nos diferentes sistemas de manejo do solo (Bertin et al., 2005).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de plantas de cobertura semeadas em safrinha na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes, no desempenho do arroz de terras altas e da soja sob rotação, em sistemas plantio direto e convencional, em Latossolo Vermelho de Rio Verde, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Rio Verde, GO, no Centro Tecnológico da Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano – COMIGO (altitude de 770 m), de abril de 2008 a abril de 2010, em um Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 1999), durante as safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10. O solo apresentava as seguintes características na ocasião da instalação do experimento, na camada de 0 a 20 cm na área em sistemas plantio direto (SPD) e convencional (SPC) – SPD: 420; 110; 470 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; 4,7 pH (CaCl₂); 4,2 mg kg⁻¹ de P (Mehlich-1); 58,1 mg dm⁻³ de K; 1,9 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 0,4 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 4,7 cmol_c dm⁻³ de H + Al; 29,0 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 7,1 cmol_c dm⁻³ de CTC; e 35 % de V. Na área em SPC, apresentou: 420; 110; 470 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; 4,6 pH (CaCl₂); 4,4 mg kg⁻¹ de P (Mehlich-1); 46,8 mg dm⁻³ de K; 1,6 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 0,3 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 5,3 cmol_c dm⁻³ de H + Al; 28,0 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 6,9 cmol_c dm⁻³ de CTC; e 32 % de V. Nas duas safras anteriores, 2005/06 e 2006/07, a área foi cultivada com soja no verão e milheto na safrinha, em SPD e SPC. O clima da localidade de estudo, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa. As precipitações pluviárias ocorridas durante a condução do experimento encontram-se na figura 1.

A colheita da soja na safra 2007/08 ocorreu no dia 9/4/2008 e, em seguida, no dia 10/4/2008 foram semeadas as plantas de cobertura nos dois sistemas de manejo (SPD e SPC, ambos com três anos de implantação). As plantas de cobertura estudadas

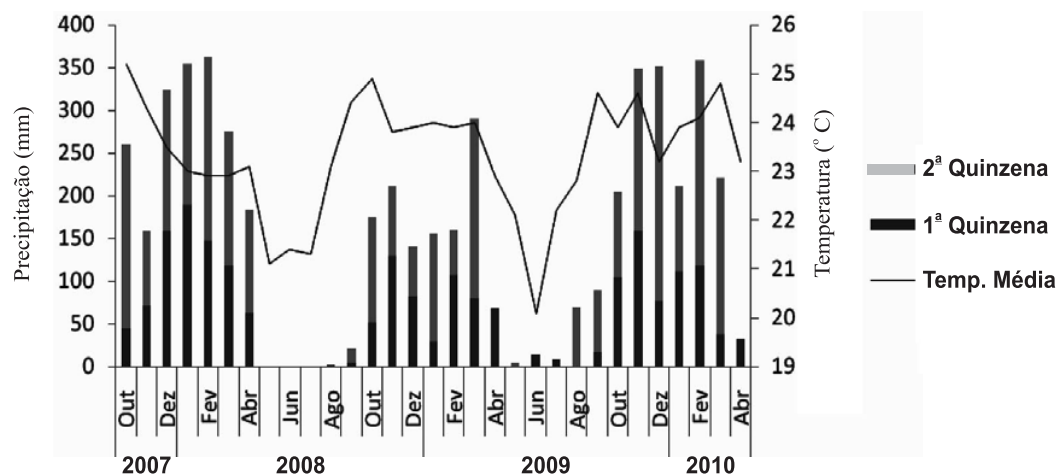


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura média ocorrida em Rio Verde (GO), durante a condução do experimento.

foram: *Brachiaria ruziziensis* (10 kg ha⁻¹ de sementes com valor cultural – VC = 70 %), *B. brizantha* (10 kg ha⁻¹, VC = 70 %), *Pennisetum glaucum* (milheto ADR300 – 13 kg ha⁻¹) e *B. ruziziensis* + *Cajanus cajan* (5 + 10 kg ha⁻¹, respectivamente). No tratamento pousio houve predominância de capim-timbete (*Cenchrus echinatus*). As plantas de cobertura foram semeadas manualmente, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, sem uso de fertilizantes. A área de cada parcela constituiu-se de 5 x 10 m. O delineamento utilizado foi em faixas, com esquema fatorial 2 x 5. Nas faixas horizontais foram testados dois sistemas de manejo do solo (SPC e SPD, ambos com três anos de implantação) e nas faixas verticais, cinco plantas de cobertura.

No início da safra 2008/09, dia 13 de outubro de 2008, todas as plantas de cobertura foram dessecadas – SPD, e aquelas em SPC foram submetidas a gradagem pesada + grade niveladora. Após 30 dias, realizou-se a segunda dessecação nos dois sistemas de manejo, com uso do herbicida glyphosate (1,468 kg ha⁻¹ equivalente ácido) e Paraquat (400 g ha⁻¹ ingrediente ativo). Em seguida, realizou-se a semeadura do arroz de terras altas em SPD e SPC, cultivar BRS Sertaneja, em espaçamento entrelinhas de 0,45 m, com 85 sementes por metro e adubação no sulco de semeadura de 300 kg ha⁻¹ da formulação 8-20-18. A adubação de cobertura com N foi realizada aos 40 DAS do arroz, com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, aplicada a lanço na superfície do solo.

Após a colheita do arroz cultivado na safra 2008/09, que ocorreu no dia 13/03/2009, semearam-se novamente as plantas de cobertura em cada parcela, como descrito anteriormente. Em seguida, aos 194 dias após a semeadura das plantas de cobertura, no dia 14/10/2009, foram realizados a dessecação de manejo e o preparo do solo para a semeadura da soja safra 2009/10, conforme feito na safra anterior. A semeadura da soja cultivar BRS Valiosa aconteceu no

dia 13/11/2009, com uso de semeadora-adubadora no SPD e SPC, com espaçamento de 0,45 m, com estande de 350.000 plantas ha⁻¹ e adubação na linha de semeadura de 400 kg ha⁻¹ da formulação 2:20:18.

Para a avaliação da matéria seca, cobertura do solo e nutrientes remanescentes das plantas de cobertura, consideraram-se apenas as parcelas com as plantas de cobertura semeadas em SPD, no qual foram subdivididas no tempo, constituindo-se por seis épocas de avaliação: 0, 15, 30, 60, 90 e 120 dias a partir da data da dessecação de manejo das plantas de cobertura para as semeaduras do arroz e da soja, safras 2008/09 e 2009/10, respectivamente (13/10/2008 e 14/10/2009).

A matéria seca das plantas de cobertura foi avaliada em todas as subparcelas em SPD, segundo método proposto por Crusciol et al. (2005), que consiste no uso de quadrado de ferro com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²), no qual a parte aérea e resíduos das plantas de cobertura foram coletados, com duas repetições por subparcela. Em seguida, foram submetidos à secagem em estufa com temperatura de 65 °C, por 3 dias, e em seguida realizou-se a limpeza manual dos resíduos sem uso de água, para obtenção da matéria seca. Esses resíduos foram triturados em moinho tipo Wiley (2 mm), para posterior determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, seguindo-se o método proposto por Nogueira et al. (2005). Para determinação da relação C/N no momento da dessecação de manejo das plantas de cobertura, o teor de C total nos tecidos vegetais foi quantificada por método colorimétrico (Cantarella et al., 2001).

A taxa de cobertura do solo foi obtida com o uso de um quadrado de ferro com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²), com uma rede de barbantes espaçados a cada 5 cm, que formam 10 pontos, nos quais se observa a presença ou ausência de cobertura proporcionada pelos resíduos vegetais em cada um desses pontos (Sodré Filho et al., 2004).

Para descrever a liberação de matéria seca e nutrientes ocorrida nas plantas de cobertura, após sua dessecação os dados foram ajustados a um modelo matemático exponencial, descrito por Wiedner & Lang (1982): $P_L = P_o \exp(-kt)$ e $P_L = C_o + P_o \exp(-kt)$; no qual P_L é a quantidade de matéria seca e nutrientes existentes (kg ha^{-1}) no tempo t (d); C_o é uma constante de ajuste do modelo e P_o é a fração de matéria seca e nutrientes potencialmente liberados (kg ha^{-1}); e k é a taxa de liberação dos nutrientes (g g^{-1}). Com o valor de k , calculou-se o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) da matéria seca e dos nutrientes remanescentes, com o uso da fórmula $t_{1/2} = 0,693/k$, proposta por Paul & Clark (1996).

A colheita do arroz de terras altas e da soja foi realizada nos dias 13/03/2009 e 31/03/2010, respectivamente, quantificada por meio de amostragens de 5 m^2 e coletadas na parte central das parcelas. A produtividade de grãos foi corrigida para 13 % de umidade e expressa em kg ha^{-1} .

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias qualitativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5 %. As equações de regressão utilizadas nos dados quantitativos foram obtidas com o auxílio do software Sigma Plot, versão 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis* + *C. cajan* destacaram-se na produção de matéria seca (FS) no sistema plantio direto, o que resultou em elevada taxa de cobertura do solo (TCS) no período inicial de crescimento das culturas de arroz e soja (Quadros 1 e 2). A elevada capacidade de rebrota dessas espécies após as chuvas iniciais na primavera, ocorridas nos meses de setembro e outubro, possibilitou o acúmulos de MS em razão da presença de gemas vegetativas presentes nas touceiras e nas hastes das espécies de *B. ruziziensis* e *C. cajan* (Pacheco et al., 2008). Além

do mais, no início das chuvas as plantas já apresentavam sistemas radiculares que se desenvolveram durante a entressafra, o que favoreceu a absorção de água e nutrientes e a retomada do crescimento de suas partes aéreas. Pacheco et al. (2008), em Goiás, também observaram benefícios da rebrota de espécies *Brachiaria* spp. semeada em safrinha na produção de FS pelo sistema SPD. Timossi et al. (2007) relataram que a *B. brizantha* semeada no mês de março (início da entressafra), em Jaboticabal, SP, destacou-se na capacidade de produção de FS ($11.000 \text{ kg ha}^{-1}$) e TCS (97 %) no mês de novembro (momento da dessecação de manejo para semeadura das culturas anuais). Os valores de FS encontrados na espécie de *B. ruziziensis* estão de acordo com os resultados de Pacheco et al. (2008) e Torres et al. (2005), na região do Cerrado (5.400 kg ha^{-1} e 6.000 kg ha^{-1} , respectivamente).

As maiores quantidades de FS observadas na safra 2009/10 indicam que a ocorrência de precipitações nos meses de julho e agosto (Figura 1) contribuíram para a retomada de crescimento por meio da rebrota e emergência de plantas infestantes na área (Quadro 2).

Os tratamentos com *P. glaucum* e o pousio alcançaram as menores médias de produção de FS e TCS no final da entressafra, a zero dia após a dessecação de manejo, nas safras 2008/09 e 2009/10 (Quadro 2). O *P. glaucum* atingiu o florescimento no mês de junho, a partir do qual se iniciaram precocemente a senescência das plantas e a decomposição de seus resíduos em relação à época de semeadura das culturas anuais. Essas observações estão de acordo com Boer et al. (2007), Timossi et al. (2007) e Pacheco et al. (2008), os quais verificaram que o *P. glaucum* apresentou elevada taxa de decomposição durante a entressafra.

Ao considerar que o *P. glaucum* na safra 2008/09 foi dessecado na ocasião do florescimento, que se deu no mês de junho de 2008, e sua produção de FS foi inferior à da safra 2009/10, recomenda-se deixar essa espécie finalizar seu ciclo fenológico e produzir

Quadro 1. Análise de variância (valores de F) dos diferentes efeitos nas quantidades de matéria seca (FS), taxa de cobertura do solo (TCS), relação C/N e nutrientes remanescentes e produtividade do arroz de terras altas e soja, safras 2008/2009 e 009/10

Causa da variação	FS	TCS	C/N	N	P	K	Ca	Mg	Prod. ⁽¹⁾
Safr 2008/09									
P. de cobertura	137,3**	329,2**	80,6**	103,2**	81,3**	295,6**	139,8**	81,9**	4,78*
Ép. de amostragem	256,2**	140,5**	--	102,7**	211,7**	516,7**	168,8**	142,1**	2,91 ^{ns}
P. Cobertura x Época	16,4**	5,8**	--	15,5**	20,4**	92,6**	27,2**	25,0**	2,98*
Safr 2009/10									
P. de cobertura	3,1*	223,2**	1,5 ^{ns}	14,3**	11,2**	21,5**	18,5**	22,8**	0,9 ^{ns}
Ép. de amostragem	7,3**	111,2**	--	44,3**	55,1**	101,3**	35,1**	102,2**	1,8 ^{ns}
P. Cobertura x Época	0,2 ^{ns}	6,6**	--	1,6 ^{ns}	1,4 ^{ns}	3,6**	2,2**	1,5 ^{ns}	0,9 ^{ns}

⁽¹⁾ Nas fontes de variação da variável produtividade, onde se lê "Ep. de amostragem", leia-se "Sistemas de Manejo". * e ** Significativo a 5 e 1 % pelo teste de F, respectivamente. ^{ns} não significativo pelo teste de F a 5 %.

Quadro 2. Matéria seca, taxa de cobertura do solo e relação C/N dos resíduos remanescentes das plantas de cobertura, semeadas na entressafra, em seis épocas, até 120 dias após a dessecação, safras 2008/2009 e 2009/10

Época (DAD)	Mês	<i>B. ruziziensis</i>	<i>P. glaucum</i> ⁽³⁾	<i>B. ruziziensis</i> + <i>C. cajan</i>	Pousio
Safr 2008/09					
Matéria seca (kg ha ⁻¹)					
0 ⁽¹⁾	Out	6 237 A	2 413 C	4 124 B	2 642 C
15	Out	3 864 A	2 071 C	2 695 B	2 358 BC
30 ⁽²⁾	Nov	2 767 A	1 579 B	2 313 AB	1 959 B
60	Dez	2 216 A	1 141 B	1 609 B	1 486 B
90	Jan	1 697 A	995 B	1 068 B	1 110 B
120	Fev	1 172 A	641 B	660 B	440 B
CV (%)				13,75	
Taxa de cobertura do solo (%)					
0 ⁽¹⁾	Out	100,0 A	57,5 B	91,9 A	82,5 AB
15	Out	100,0 A	57,5 C	90,0 A	77,5 B
30 ⁽²⁾	Nov	92,5 A	55,0 B	85,0 A	75,0 A
60	Dez	85,0 A	50,0 B	75,0 A	70,0 A
90	Jan	71,3 A	38,8 B	65,0 A	45,0 B
120	Fev	46,3 A	28,8 B	41,2 A	22,5 B
CV (%)				6,21	
Relação C/N					
0 ⁽¹⁾	Out	34 B	70 A	40 B	32 B
CV (%)				12,08	
Safr 2009/10					
Matéria seca (kg ha ⁻¹)					
0 ⁽¹⁾	Out	7 554 AB	6 118 B	8 351 A	6 974 B
15	Out	6 941 AB	6 808 AB	7 548 A	6 406 B
30 ⁽²⁾	Nov	5 905 A	4 750 B	5 532 AB	5 345 AB
60	Dez	4 902 A	4 358 A	5 028 A	5 232 A
90	Jan	4 117 AB	3 390 B	5 032 A	4 798 A
120	Fev	3 900 B	3 300 B	4 731 A	4 328 A
CV (%)		18,99			
Taxa de cobertura do solo (%)					
0 ⁽¹⁾	Out	100 A	60 B	100 A	70 B
15	Out	100 A	55 B	100 A	50 B
30 ⁽²⁾	Nov	90 A	50 B	95 A	45 B
60	Dez	85 A	40 B	80 A	30 B
90	Jan	70 A	35 B	70 A	10 C
120	Fev	65 A	30 B	60 A	10 C
CV(%)					
Relação C/N					
0 ⁽¹⁾	Out	30 ^{ns}	30	30	29
CV(%)				13,61	

⁽¹⁾ DAD: dias após a dessecação das plantas de cobertura, que ocorreu em 13/10/2008 e 14/10/2009. ⁽²⁾ Época da semeadura do arroz de terras altas e da soja, que ocorreu no dia 13/11/2008 e 13/11/2009, respectivamente. ⁽³⁾ O *P. glaucum* foi dessecado no florescimento na safra 2008/09, que ocorreu no dia 12/06/2009. Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo pelo teste de F a 5 %.

sementes, uma vez que foi observada elevada emergência de novas plantas com o reinício das chuvas e retardamento do início do processo de decomposição.

A quantidade de FS acumulada no florescimento pelo *P. glaucum* neste estudo foi inferior (4.000 e 6.100 kg ha⁻¹, safras 2008/09 e 2009/10) às obtidas por Boer et al. (2007) e Pacheco et al. (2008), ou seja: 10.100 kg ha⁻¹ e 8.700 kg ha⁻¹, respectivamente. Ambos os estudos foram realizados nas mesmas condições edafoclimáticas do Cerrado. Isso mostra que o potencial de produção de palhada pode variar conforme o local de estudo e as condições climáticas (precipitação e temperatura) de cada ano de condução dos trabalhos.

Após a dessecação das espécies de plantas de cobertura para semeadura do arroz de terras altas e da soja, iniciou-se a decomposição de seus resíduos. As maiores taxas de decomposição da FS foram encontradas em *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis* + *C. cajan*, na safra 2008/09; e *B. ruziziensis* e *P. glaucum* na safra 2009/10, conforme demonstrado pela análise de tempo de meia-vida (Quadro 3). Ao analisar a relação C/N das espécies, considerada uma das principais características que interferem na capacidade de decomposição de resíduos vegetais (Paul & Clark, 1996), observou-se que não foi possível estabelecer relação de proporcionalidade entre os teores de C e de N (C/N) e a velocidade de decomposição.

Quadro 3. Coeficientes da equação de regressão $P_L = P_o \exp(-kt)$ e meia-vida da matéria seca remanescente das plantas de cobertura semeadas na entressafra e avaliadas em seis épocas⁽¹⁾ até 120 dias após a dessecação, safra 2008/2009 e 2009/10

Variável	Santo Antônio de Goiás			
	<i>B. ruziziensis</i>	<i>P. glaucum</i>	<i>B. ruziz. + C. cajan</i>	Pousio
Safra 2008/09				
Po (kg ha ⁻¹)	5626	2379	3856	2728
K (g g ⁻¹)	0,0165	0,0111	0,0156	0,0113
R ²	0,89**	0,98**	0,97**	0,96**
t _{1/2} (d)	42	63	44	61
Safra 2009/10				
Po (kg ha ⁻¹)	7428	6454	7760	6669
K (g g ⁻¹)	0,0062	0,0064	0,0053	0,0039
R ²	0,97**	0,85**	0,79*	0,90**
t _{1/2} (d)	111	108	130	177

⁽¹⁾ Épocas de avaliação: 0, 15, 30, 60, 90 e 120 dias a partir da dessecação de manejo das plantas de cobertura. * e ** Significativos a 1 e 5 %, respectivamente.

Outros estudos apontaram que a relação entre as frações com maior e menor solubilidade em água e os teores de lignina também podem interferir na velocidade de decomposição dos resíduos vegetais (Giacomini et al., 2003). Estudos de Aita & Giacomini (2003) apontaram que a matéria seca remanescente de plantas de cobertura foi inversamente proporcional aos teores de N total, N e C solúveis em água, bem como os teores de celulose, hemicelulose e lignina.

O pousio apresentou, em média, taxas de decomposição inferiores aos demais tratamentos, em razão de sua MS ter apresentado significativa presença de frações em elevado estágio de decomposição, oriundo de plantas espontâneas que emergiram e senesceram na entressafra, em razão da interrupção das chuvas e da baixa resistência dessas plantas ao estresse hídrico. A elevada MS produzida pelo pousio na safra 2009/10 ocorreu pela elevada emergência de plantas infestantes, em virtude das chuvas nos meses de julho e agosto, do elevado banco de sementes oriundas da safra anterior e da dificuldade do controle de plantas daninhas no arroz. Todavia, a baixa produção de FS no início da safra 2008/09 (setembro/outubro) indica que esse sistema de manejo pode comprometer a presença de palhada sobre a superfície do solo em anos com baixa precipitação durante a entressafra.

As espécies *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis + C. cajan* apresentaram os maiores acúmulos de N, P, K, Ca e Mg no mês de outubro (0 DAD = dia após a dessecação) nos dois anos de estudo (Quadros 4 e 5). A elevada produção de matéria seca, possibilitada pela excelente habilidade dessas espécies em rebrotar com o reinício das chuvas, parece ser fator determinante na capacidade dessas plantas de cobertura de reciclar nutrientes para o solo no Cerrado.

Embora não demonstrado nas tabelas, o *P. glaucum* na safra 2008/09 apresentou acúmulo de N, P, K, Ca e Mg por ocasião do seu florescimento no mês de junho, de 70, 12, 58, 23 e 7 kg ha⁻¹, respecti-

vamente. A decomposição dessa espécie iniciou-se de forma antecipada nas demais plantas de cobertura, o que resultou em baixas quantidades de nutrientes remanescentes no momento da dessecação de manejo para a semeadura do arroz. Na safra seguinte, 2009/10, o *P. glaucum* acumulou em sua matéria seca, ao final do período de enchimento de grãos no mês de julho, 60, 7, 54, 35 e 10 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Ao considerar a redução nos teores de nutrientes da matéria seca em razão da translocação de nutrientes para a formação de grãos, torna-se fundamental a germinação das sementes de *P. glaucum* produzidas na entressafra e o seu crescimento após o reinício das chuvas iniciais de setembro/outubro, a fim de compensar parte dos nutrientes translocados durante o florescimento e a frutificação.

Os nutrientes que apresentaram maiores taxas de acúmulo na matéria seca das plantas de cobertura foram o N e o K, de acordo com resultados de Torres et al. (2005), Boer et al. (2007) e Torres et al. (2008) na região do Cerrado. Ao considerar que *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis + C. cajan* acumularam valores próximos a 100 kg ha⁻¹ de cada um desses nutrientes, exceto no consórcio na safra 2008/09 (Quadros 4 e 5), e o tempo de meia-vida na ordem de 10 a 35 dias, os resultados apontaram a possibilidade de diminuição da adubação química nas culturas anuais sucessoras. Todavia, o N do solo, por apresentar possibilidade de perdas por volatilização e, sobretudo, imobilização por parte da microbiota do solo durante a decomposição da matéria seca, pode não ser aproveitado de forma imediata pelas culturas sucessoras, como já demonstrado por Aita & Giacomini (2003).

Na liberação de nutrientes, as espécies *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis + C. cajan* apresentaram as maiores taxas, o que pode ser atestado pelos menores tempos de meia-vida na maioria das avaliações (Quadros 6 e 7). No entanto, o *P. glaucum* exibiu baixas taxas de liberação de nutrientes, o que

Quadro 4. Nutrientes remanescentes na matéria seca das plantas de cobertura, semeadas na entressafra e avaliadas em seis épocas após a dessecação na semeadura do arroz de terras altas, até 120 dias após a dessecação, safra 2008/2009

Época (DAD)	Rio Verde, GO			
	<i>B. ruziziensis</i>	<i>P. glaucum</i> ⁽³⁾	<i>B. ruziz. + C. cajan</i>	Pousio
			Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	
0 ⁽¹⁾	116,13 A	29,28 C	71,53 B	31,89 C
15	75,23 A	19,99 C	37,77 B	23,91 BC
30 ⁽²⁾	45,77 A	14,64 C	39,04 AB	22,72 BC
60	27,42 A	11,85 C	21,32 AB	17,94 BC
90	23,83 A	10,06 C	14,77 B	14,04 BC
120	15,65 A	9,11 B	7,69 B	6,06 B
CV (%)			25,11	
			Fósforo (kg ha ⁻¹)	
0 ⁽¹⁾	10,40 A	2,57 C	10,87 A	5,52 B
15	5,12 A	2,01 C	3,45 B	2,79 BC
30 ⁽²⁾	4,56 A	1,88 B	3,07 AB	1,95 B
60	1,93 A	1,23 A	1,63 A	1,45 A
90	1,97 A	1,13 B	1,06 B	1,14 B
120	1,57 A	0,57 B	0,64 B	0,45 B
CV (%)			22,8	
			Potássio (kg ha ⁻¹)	
0 ⁽¹⁾	92,87 A	12,74 D	51,59 B	27,39 C
15	40,70 A	12,36 D	30,34 B	21,50 C
30 ⁽²⁾	22,77 A	10,56 B	16,53 B	14,00 B
60	12,32 A	6,53 B	9,35 AB	7,66 AB
90	9,60 A	5,52 B	5,95 B	6,15 B
120	9,26 A	5,50 B	5,38 B	5,15 B
CV (%)			14,53	
			Cálcio (kg ha ⁻¹)	
0 ⁽¹⁾	53,79 A	8,95 D	31,98 B	22,53 C
15	28,08 A	9,37 C	22,70 AB	16,56 BC
30 ⁽²⁾	20,46 A	7,08 B	18,13 A	10,37 B
60	15,39 A	6,84 C	12,80 AB	9,19 BC
90	8,34 A	5,74 A	7,47 A	6,14 A
120	7,27 AB	5,43 B	7,20 A	5,58 B
CV (%)			18,01	
			Magnésio (kg ha ⁻¹)	
0 ⁽¹⁾	11,59 A	3,82 C	8,45 B	3,64 C
15	6,64 A	2,72 B	5,12 A	2,36 B
30 ⁽²⁾	2,76 A	1,95 A	3,28 A	1,95 A
60	2,21 A	1,14 C	1,61 B	1,48 BC
90	1,69 A	0,99 A	1,30 A	1,38 A
120	1,44 A	0,94 B	1,28 A	0,92 B
CV (%)			23,81	

⁽¹⁾ DAD: dias após a dessecação das plantas de cobertura, que ocorreu no dia 13/10/2008. ⁽²⁾ Época da semeadura do arroz de terras altas em sistema plantio direto, que ocorreu no dia 13/11/2008. ⁽³⁾ O *P. glaucum* foi dessecado no florescimento, que ocorreu no dia 12/06/2009. Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

pode ser explicado pela presença de tecidos mais recalcitrantes na decomposição no início da safra seguinte. Esses resultados concordam com os de trabalhos de Giacomini et al. (2003), nos quais o consórcio entre a gramínea, a aveia-preta (*Avena strigosa*) e a leguminosa ervilhaca comum (*Vicia sativa*) apresentou maiores taxas de liberação de nutrientes. Segundo esses autores, a menor relação C/N e as maiores quantidades de nutrientes solúveis em água apresentadas pela leguminosa são fatores que podem interferir na liberação de nutrientes para as culturas anuais em sucessão. Os resultados também apontaram que, mesmo em se tratando de

gramíneas, a *B. ruziziensis* pode se comportar de maneira que possibilite a elevada liberação de nutrientes, uma vez que a inclusão de *C. cajan* praticamente não alterou seu comportamento. Isso pode ser explicado pela elevada presença de tecidos jovens, oriundos da recente rebrota após o reinício das chuvas, que apresentam alta sensibilidade à decomposição, em razão do menor teor de lignina em seus tecidos (Aita & Giacomini, 2003). Essas observações estão de acordo com resultados obtidos por Carpin et al. (2008), em que o manejo de *P. glaucum* em estádios fenológicos mais jovens promoveram maior velocidade de decomposição de seus resíduos.

Quadro 5. Nutrientes remanescentes na matéria seca das plantas de cobertura semeadas na entressafra e avaliadas em seis épocas após a dessecação na semeadura da soja, até 120 dias após a dessecação, safra 2009/2010

Época (DAD)	Rio Verde, GO			
	<i>B. ruziziensis</i>	<i>P. glaucum</i> ⁽³⁾	<i>B. ruziz. + C. cajan</i>	Pousio
Nitrogênio (kg ha ⁻¹)				
0 ⁽¹⁾	98,0	78,8	102,7	72,3
15	88,3	77,6	96,1	71,5
30 ⁽²⁾	53,4	55,6	66,8	61,4
60	52,0	35,9	58,2	54,5
90	47,9	25,8	50,8	48,9
120	45,8	24,3	46,8	47,0
Média	64,2 AB	48,5 C	70,2 A	59,3 B
CV (%)		19,67		
Fósforo (kg ha ⁻¹)				
0 ⁽¹⁾	19,6	16,2	21,7	17,1
15	16,6	15,0	15,8	15,8
30 ⁽²⁾	8,5	7,8	10,2	11,2
60	9,3	5,0	9,8	8,9
90	8,1	4,1	9,5	8,3
120	8,3	4,0	9,2	8,1
Média	11,7 A	8,7 B	12,7 A	11,4 A
CV (%)		22,49		
Potássio (kg ha ⁻¹)				
0 ⁽¹⁾	112,4 A	53,8 C	110,1 A	83,0 B
15	63,7 A	52,2 A	67,1 A	60,3 A
30 ⁽²⁾	36,3 A	32,5 A	41,6 A	37,9 A
60	33,9 A	23,3 A	35,0 A	33,5 A
90	29,9 AB	17,8 B	36,7 A	31,6 AB
120	28,7 A	16,8 A	32,2 A	30,8 A
CV (%)		21,49		
Cálcio (kg ha ⁻¹)				
0 ⁽¹⁾	63,7 AB	49,0 B	77,4 A	46,2 B
15	59,8 AB	45,3 B	77,0 A	44,6 B
30 ⁽²⁾	48,6 A	40,1 A	53,1 A	44,3 A
60	35,0 AB	17,9 B	42,0 A	31,5 AB
90	22,4 A	12,2 A	29,7 A	25,7 A
120	22,3 A	14,7 A	27,2 A	27,2 A
CV (%)		27,00		
Magnésio (kg ha ⁻¹)				
0 ⁽¹⁾	10,7 A	8,4 B	10,9 A	9,6 A
15	10,4 A	8,1 B	9,8 AB	9,0 AB
30 ⁽²⁾	4,9 A	4,7 A	5,5 A	5,3 A
60	4,9 A	3,2 A	5,0 A	5,0 A
90	4,1 A	2,5 A	4,8 A	4,4 A
120	4,0 A	2,4 A	4,7 A	4,3 A
Média	6,5 A	4,9 B	6,8 A	6,2 A
CV (%)		17,70		

⁽¹⁾ DAD: dias após a dessecação das plantas de cobertura, que ocorreu no dia 14/10/2009. ⁽²⁾ Época da semeadura da soja em sistema plantio direto, que ocorreu no dia 17/11/2009. ⁽³⁾ O *P. glaucum* foi dessecado no florescimento, que ocorreu no dia 12/06/2009. Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

Os nutrientes com maiores taxas de liberação ao solo foram verificados para K e P. A rápida liberação de K ocorrida nos primeiros 15 dias após a dessecação pode ser atribuída ao fato de que esse elemento não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (Marschner, 1995). Quanto ao P, a maior parte desse elemento encontra-se no interior do vacúolo das células na forma mineral, com elevada capacidade de se solubilizar em água (Marschner, 1995). Para ocorrer a liberação de P dos resíduos culturais, necessita-se de que os vacúolos dessas

células sejam rompidos. Ao considerar que a chuva acumulada nos primeiros 30 dias após a dessecação das plantas de cobertura foi de 250 e 300 mm nas safras 2008/09 e 2009/10, respectivamente, o P solúvel em água no interior dos vacúolos e o K foram liberados no solo rapidamente, restando nos resíduos culturais apenas as formas de P menos solúveis de água-diésteres: ácidos nucleicos, fosfolipídeos e fosfoproteínas (Giacomini et al., 2003), dependentes da população microbiana para sua mineralização (Frossard et al., 1995).

Quadro 6. Coeficientes das equações de regressão $P_L = P_o \exp(-kt)$ e meia-vida ($t_{1/2}$) da N, P, K, Ca e Mg remanescentes das plantas de cobertura semeadas em safrinha e avaliadas em seis épocas⁽²⁾ após a dessecação na semeadura do arroz de terras altas, até 120 dias após a dessecação, safra 2008/2009

Variável	<i>B. ruziziensis</i>	<i>P. glaucum</i> ⁽¹⁾	<i>B. ruziz. + C. cajan</i>	Pousio
			Nitrogênio	
Po (kg ha ⁻¹)	110,94	26,04	65,52	30,80
K (g g ⁻¹)	0,0232	0,0120	0,0194	0,0105
R ²	0,96**	0,88**	0,97**	0,95**
t _{1/2} (d)	30	58	35	66
			Fósforo	
Po (kg ha ⁻¹)	9,58	2,51	10,48	5,07
K (g g ⁻¹)	0,0254	0,0109	0,0517	0,0260
R ²	0,92**	0,97**	0,93**	0,92**
t _{1/2} (d)	27	64	14	24
			Potássio	
Po (kg ha ⁻¹)	90,78	13,20	50,37	27,11
K (g g ⁻¹)	0,0456	0,0089	0,0317	0,0183
R ²	0,96**	0,94**	0,98**	0,97**
t _{1/2} (d)	15	78	21	37
			Cálcio	
Po (kg ha ⁻¹)	49,36	9,11	30,35	20,95
K (g g ⁻¹)	0,0243	0,0048	0,0149	0,0146
R ²	0,92**	0,88**	0,98**	0,93**
t _{1/2} (d)	29	144	46	47
			Magnésio	
Po (kg ha ⁻¹)	11,31	3,60	8,13	3,23
K (g g ⁻¹)	0,0350	0,0163	0,0265	0,0121
R ²	0,94**	0,94**	0,96**	0,89**
t _{1/2} (d)	20	45	26	57

⁽¹⁾ O *P. glaucum* foi dessecado no florescimento, que ocorreu no dia 12/06/2009 em Rio Verde, GO. * e ** Significativos a 1 e 5 %, respectivamente. ⁽²⁾ Épocas de avaliação: 0, 15, 30, 60, 90 e 120 dias a partir da dessecação de manejo das plantas de cobertura.

Quadro 7. Coeficientes das equações de regressão $P_L = P_o \exp(-kt)$; $P_L = Co + P_o \exp(-kt)$ e meia-vida ($t_{1/2}$) de N, P, K, Ca e Mg remanescentes das plantas de cobertura semeadas em safrinha e avaliadas em seis épocas⁽¹⁾ após a dessecação na semeadura da soja, até 120 dias após a dessecação, safra 2009/2010

Variável	<i>B. ruziziensis</i>	<i>P. glaucum</i>	<i>B. ruziz. + C. cajan</i>	Pousio
			Nitrogênio	
Co (kg ha ⁻¹)	44,57	--	42,56	--
Po (kg ha ⁻¹)	56,37	82,68	63,11	72,35
K (g g ⁻¹)	0,0359	0,0120	0,0233	0,0041
R ²	0,90*	0,95**	0,95**	0,94**
t _{1/2} (d)	19	57	29	169
			Fósforo	
Co (kg ha ⁻¹)	7,92	2,82	9,11	--
Po (kg ha ⁻¹)	12,25	14,31	12,81	16,41
K (g g ⁻¹)	0,0446	0,0266	0,0551	0,0077
R ²	0,89*	0,93*	0,97**	0,88**
t _{1/2} (d)	15	26	12	90
			Potássio	
Co (kg ha ⁻¹)	29,42	--	33,38	30,25
Po (kg ha ⁻¹)	83,48	55,03	77,31	53,72
K (g g ⁻¹)	0,0655	0,0124	0,0616	0,0489
R ²	0,99**	0,93**	0,99**	0,98**
t _{1/2} (d)	10	55	11	14
			Cálcio	
Po (kg ha ⁻¹)	65,80	52,06	80,00	47,80
K (g g ⁻¹)	0,0102	0,0134	0,0103	0,0056
R ²	0,98**	0,93**	0,94**	0,90**
t _{1/2} (d)	67	51	67	123
			Magnésio	
Co (kg ha ⁻¹)	--	1,61	3,61	--
Po (kg ha ⁻¹)	8,60	7,29	7,67	9,14
K (g g ⁻¹)	0,0140	0,0223	0,0312	0,0084
R ²	0,91**	0,93*	0,85*	0,80**
t _{1/2} (d)	49	31	22	82

⁽¹⁾ Épocas de avaliação: 0, 15, 30, 60, 90 e 120 dias a partir da dessecação de manejo das plantas de cobertura. * e ** Significativos a 1 e 5 %, respectivamente.

Na produtividade do arroz de terras altas safra 2008/09, houve diferença significativa na interação espécies de plantas de cobertura e sistemas de manejo (Quadro 1). A produtividade não se alterou quando o arroz de terras altas foi semeado em SPC e SPD, exceto no tratamento pousio (Quadro 8). Esses resultados não concordam com estudos de Kluthcouski et al. (2000) e Menezes et al. (2001), nos quais o arroz semeado em SPC apresentou maiores produtividades. A ocorrência de veranico durante o crescimento do arroz e a ausência de cobertura morta sobre a superfície podem ter desfavorecido a absorção de água e nutrientes no arroz em SPC, em razão das maiores perdas de água por evaporação em comparação ao SPD, como já observado por Stone & Moreira (2000).

Os resultados indicaram que o *P. glaucum* possibilitou a maior produtividade de grãos (3.550 kg ha⁻¹) quando semeados em SPD, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de nutrientes no solo no período de maior exigência da cultura. Esses resultados são possíveis, em razão do fato de que o *P. glaucum*, no momento da semeadura do arroz, já se encontrava em avançado processo de decomposição, o que diminuiu a possibilidade da presença de substâncias alelopáticas liberadas após a dessecação e reduziu a quantidade de nutrientes (Menezes et al., 2001), principalmente N, imobilizados nos resíduos vegetais e na população microbiana do solo. Por esses motivos, Bertin et al. (2005) observaram benefícios do aumento da adubação nitrogenada em cobertura na produtividade do milho, mesmo quando semeado em SPD sob palhada de leguminosa (*Crotalaria juncea*). Silva et al. (2006) demonstraram que o milho em SPD apresentou baixo aproveitamento do N fornecido via mineralização das plantas de cobertura e fertilizantes, em razão da imobilização do N mineral da solução do solo. Estudos que possam avaliar o intervalo entre a dessecação de manejo e a semeadura do arroz de terras altas e também o momento e as quantidades de N a serem aplicadas em cobertura no arroz podem ser importantes para o ajuste da cultura ao SPD.

A produtividade da soja, safra 2009/10, não apresentou diferença significativa nos fatores espécies de plantas de cobertura e sistemas de manejo (Quadro 1). A ocorrência de precipitações pluviais de forma adequada durante o crescimento da cultura pode ter favorecido os tratamentos em SPC e aquelas com menor produção de matéria seca, uma vez que um dos principais benefícios das plantas de cobertura em SPD é o melhor aproveitamento da água no solo. Pacheco et al. (2009) também observaram que a cultura da soja apresentou poucas variações quando cultivadas em áreas com diferentes plantas de cobertura e recém-incorporadas ao SPD.

Bortoluzzi & Eltz (2001) observaram aumento da produtividade de grãos de soja com a presença da palhada de aveia-preta, em relação às áreas sem palha, atribuindo esses resultados à maior proteção do solo contra erosão, ciclagem de nutrientes e, sobretudo, menor presença de plantas daninhas. Ao considerar que neste trabalho se cultivou soja transgênica Roundup Ready, o uso de glyphosate em pós-emergência reduziu, de forma considerável, a infestação de plantas infestantes na área, e, por sua vez, o efeito das plantas de cobertura nessa variável foi menor.

É importante destacar que este estudo foi realizado em área com SPD, que ainda estava nos primeiros anos de instalação. Estudos que possam avaliar o desempenho do arroz de terras altas e da soja em áreas com SPD com vários anos de adoção e elevado teor de matéria orgânica serão fundamentais para se obterem informações técnicas para o ajuste, em especial, do arroz de terras altas em SPD, que parece ser uma cultura bastante sensível ao manejo do solo.

CONCLUSÕES

1. As espécies *B. ruziziensis* e *B. ruziziensis* + *C. cajan* destacaram-se na produção de matéria seca,

Quadro 8. Produtividade de arroz de terras altas e de soja, safras 2008/09 e 2009/10, respectivamente, semeado em sucessão a plantas de cobertura, em sistema plantio direto e convencional

Plantas de cobertura	Produtividade			
	Arroz (Safr 2008/09)		Soja (Safr 2009/10)	
	SPD	SPC	SPD	SPC
	kg ha ⁻¹			
<i>B. ruziziensis</i>	2.672 Ba	3.103 Aa	2.763	2.737 ^{ns}
<i>P. glaucum</i>	3.550 Aa	3.120 A	2.817	2.831
<i>B. ruziziensis</i> + <i>C. cajan</i>	2.443 Ba	2.979 Aa	2.703	2.782
Pousio	2.423 Bb	3.273 Aa	2.632	2.808
CV (%)	16,40		10,70	

Médias seguidas por letras iguais maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 %.

^{ns} Não significativo pelo teste de F a 5 %.

taxa de cobertura do solo e acúmulo de nutrientes no final do período de entressafra.

2. Os nutrientes acumulados em maiores quantidades foram N e K e os que apresentaram maiores taxas de liberação ao solo foram K e P.

3. As maiores produtividades de arroz ocorreram nos tratamentos com *P. glaucum* em plantio direto, seguidas das de pousio, *P. glaucum* e *B. ruziziensis* em preparo convencional.

4. As espécies *P. glaucum* e *B. ruziziensis* despontaram como promissoras na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes para o arroz em plantio direto.

5. A cultura da soja não apresentou alteração na produtividade de grãos nos diferentes tipos de manejos avaliados.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Agrisus, pelo apoio financeiro; à CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado e a COMIGO/Centro Tecnológico, pela concessão de infraestrutura e apoio técnico.

LITERATURA CITADA

- AITA, C. & GIACOMINI, J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura do solo solteiras e consorciadas. R. Bras. Ci. Solo, 27:601-612, 2003.
- AITA, C. & GIACOMINI, J. Plantas de cobertura de solo em sistemas agrícolas. In: ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. Manejo de sistemas agrícolas. Porto Alegre, Genesis, 2006. p.59-80.
- BERTIN, E.G.; ANDRIOLI, I. & CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. Acta Sci. Agron., 27:379-386, 2005.
- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A. & PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. Pesq. Agropec. Bras., 42:1269-1276, 2007.
- BORTOLUZZI, E.C. & ELTZ, F.L.F. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas daninhas e rendimento de soja em semeadura direta. Ci. Rural, 31:237-243, 2001.
- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, H.C. & RAIJ, B.van. Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B.van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A., eds. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. p.173-188.
- CARPIM, L.; ASSIS, R.L.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R.; PEREIRA, V.C.; GOMES, G.V. & SILVA, A.G. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. R. Bras. Ci. Solo, 32:2813-2819, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 3º Levantamento da produção de grãos – safra 2009/10. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 de jun. 2010.
- CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E. & MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. Pesq. Agropec. Bras., 40:161-168, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FROSSARD, E.; FROSSARD, M.; HEDLEY, M.J. & MATHERELL, A. Reactions controlling the cycling of P in soil. In: TIESSNM, H., ed. Phosphorus in the global environment: Transfers, cycles and management. Chichester, J. Wiley, 1995. p.107-146.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HUBNER, A.P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E. & AMARAL, E.B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. Pesq. Agropec. Bras., 38:1097-1104, 2003.
- KALBITZ, K.; SOLINGER, S.; PARK, J.H. & MATZNER, E. Controls on the dynamics of dissolved organic matter in soils: a review. Soil Sci., 165:277-304, 2000.
- KLUTHCOWSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.R. & FERRARO, A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. Sci. Agric., 57:97-104, 2000.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego, Academic Press, 1995. 889p.
- MENEZES, V.G.; MARIOT, C.H.P.; LOPES, M.C.B.; SILVA, P.R.F. & TEICHMANN, L.L. Semeadura direta de arroz em sucessão a espécies de cobertura de inverno. Pesq. Agropec. Bras., 36:1107-1115, 2001.
- NOGUEIRA, A.R.A.; CARMO, C.A.F.S. & MACHADO, P.L.O.A. Tecido vegetal. In: NOGUEIRA, A.R.A. & SOUZA, G.B., eds. Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p.145-199.
- PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L. & PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. Pesq. Agropec. Bras., 43:815-823, 2008.
- PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCÓPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M.L. & PETTER, F.A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. Planta Daninha, 27:455-463, 2009.
- PAUL, E.A. & CLARK, F.E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: PAUL, E.A. & CLARK, F.E., eds. Soil microbiology and biochemistry. 2.ed. San Diego, Academic, 1996. p.158-179.

- PRIOR, S.A.; TORBERT, H.A.; RUNION, G.B. & ROGERS, H. Elevated atmospheric CO₂ in Agroecosystems: Residue decomposition in the field. *Environ. Manag.*, 33:344-354, 2004.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; ESPINAL, F.S.C. & TRIVELIN, P.C.O. Utilização do nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:2853-2861, 2008.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M.E.C. & TRIVELIN, P.C.O. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:723-732, 2006.
- SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMORAL, R. & CARVALHO, A.M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:327-334, 2004.
- STONE, L.F. & MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:835-841, 2000.
- TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C. & LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. *Bragantia*, 66:617-622, 2007.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C. & FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:609-618, 2005.
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. & FABIAN, A.J. Produção de matéria seca por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, 43:421-428, 2008.
- WIEDER, R.K. & LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*, 63:1636-1642, 1982.

