

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.2, p.265-272, abr.-jun., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 1136 – 05/10/2010 *Aprovado em 02/02/2011

DOI:10.5039/agraria.v6i2a1136

Carlos E. M. Barbosa¹

Edson Lazarini²

Pedro R. F. Picoli²

Samuel Ferrari³

Determinação da massa seca, teor de nutrientes e cobertura do solo de espécies semeadas no outono-inverno

RESUMO

Opções de culturas para o cultivo de outono-inverno são uma das dificuldades para os sistemas de produção em regiões de baixa pluviosidade. Objetivou-se estudar o efeito de diferentes épocas de semeadura sobre o rendimento de massa seca, teor nutricional da parte aérea e porcentagem de recobrimento do solo de plantas de cobertura do solo na entressafra: sorgo granífero, crotalária, milho, braquiário e uma área em pousio (vegetação espontânea). O experimento foi desenvolvido em condições de campo, em um Latossolo Vermelho-escuro, distrófico, textura argilosa, em Selvíria-MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com oito repetições, contendo duas épocas de semeadura e cinco tratamentos de cobertura. Quando a cultura do sorgo semeada na primeira época atingiu o ponto de colheita, avaliou-se o rendimento de massa seca nos demais tratamentos. Pelos resultados obtidos, conclui-se que a semeadura no mês de março proporciona maior produção de massa seca e maior porcentagem de cobertura do solo nas espécies estudadas. A *Brachiaria brizantha*, na 1ª época de semeadura, apresenta maior produção de massa seca e extração de macronutrientes

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, *Crotalaria juncea*, palha, *Pennisetum americanum*, *Sorghum bicolor*.

Dry mass, nutrient content and soil covering of sown species in the autumn-winter

ABSTRACT

Culture options for the autumn-winter season are a major problem for production systems under low rainfall. The aim of this study was to evaluate the effect of the sowing season on dry matter yield, nutrient content of the shoot and soil covering percentage of coverage plants on the soil on the intercrop: grain sorghum, rattlepods, pearl millet brachiaria grass and an area with weeds (fallow). The experiment was conducted under field conditions on an Oxisol (Haplustox), clay texture, in Selvíria, Mato Grosso do Sul, Brazil. The experimental design was a randomized block design with eight replications, two sowing seasons and five coverage treatments. When the sorghum culture of the first sowing season reached the harvest stage, the dry matter yield on the other treatments was evaluated. Results showed that sowing in March results in higher dry mass yield and higher soil coverage percentage in the studied species. In the first sowing season, *Brachiaria brizantha* presents higher dry matter yield and macronutrients extraction.

Key words: *Brachiaria brizantha*, *Crotalaria juncea*, Straw, *Pennisetum americanum*, *Sorghum bicolor*.

¹ JB Agricultura & Pecuária, Sede da Empresa, Rua Etelvina Vasconcelos, Centro, CEP 79130-000, Rio Brilhante-MS, Brasil. Caixa Postal 24. Fone: (67) 3452-2554. Fax: (67) 3452-7296. E-mail: cae_barbosa@hotmail.com

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, CEP 15385-000, Ilha Solteira-SP, Brasil. Caixa Postal 31. Fone: (18) 3743-1000 Ramal 1245. Fax: (18) 3743-1181. E-mail: lazarini@agr.feis.unesp.br; renan_agro@yahoo.com.br

³ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus Experimental de Registro, Rua Nelson Brihi Badur, 430, Vila Tupi, CEP 11900-000, Registro-SP, Brasil. Fone/Fax: (13) 3822-2393. E-mail: ferrari@registro.unesp.br

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o sistema de plantio direto tem sido adotado pela maioria dos produtores de grãos na região dos cerrados; contudo, nesse sistema de cultivo, tem-se notado dificuldades em definir quais são as melhores espécies para compor o sistema de rotação de cultura, no período de outono-inverno, objetivando uma maior produção de grãos e de palha.

No Brasil, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte do Nordeste, o clima é caracterizado por um outono seco, com encurtamento do fotoperíodo, o que dificulta o estabelecimento de plantas nesta época do ano. Desse modo, o estabelecimento de uma cobertura do solo com plantas semeadas para essa finalidade, em março e abril, tem-se constituído no maior desafio para a implantação e manutenção do sistema de plantio direto na região do cerrado e adjacências (Alvarenga et al. 2001). A escolha de espécies vegetais para a introdução nos sistemas de culturas depende da adaptação delas às condições de clima de cada região e do interesse do produtor (Silva & Rosolem 2001).

O período de permanência da cobertura do solo oriunda de resíduos vegetais vai depender das características da palha, principalmente a relação C/N do tecido e o grau de degradabilidade do C (açúcares ou celulose e lignina). Culturas de cobertura com baixa relação C/N tendem a se decompor rapidamente, deixando o solo desprotegido. De outro modo, palhas com elevada relação C/N, como gramíneas, decompõem-se mais lentamente (Borkert et al., 2003). Na região do Cerrado, as condições de umidade e temperaturas elevadas em boa parte do ano, resultam na rápida decomposição da palha depositada sobre o solo (Calegari et al., 1993). A decomposição é regulada pela interação entre os fatores de qualidade (orgânica e nutricional) do substrato e a natureza da comunidade decompositora com os macro e microrganismos (Alvarenga et al. 2001). Entre as diversas plantas de cobertura que vem sendo utilizadas, o milheto e o sorgo têm se destacado. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes plantas de cobertura para o rendimento de palha semeadas em duas épocas, bem como a sua constituição química e sua eficiência no recobrimento do solo, visando a prática do sistema plantio direto, em Selvíria-MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada no Município de Selvíria, MS, apresentando como coordenadas geográficas 51°22' W e 20°22' S e a 335 m de altitude. O solo foi classificado como um Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso (LVd), segundo a denominação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006). O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com precipitação média anual de 1.370 mm, concentrada, principalmente, de outubro a março. A temperatura média anual do ar é de 23,5°C, e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual).

As precipitações registradas durante a fase experimental estão apresentadas na Figura 1.

Antes da instalação do experimento, no mês de fevereiro de 2008, foi realizada a amostragem do solo para a determinação das características químicas (0–20 cm) (Raij & Quaggio 1983), apresentando os seguintes valores: P_{resina} (24 mg dm^{-3}); K (2,2 mmol_c dm^{-3}); Ca (21 mmol_c dm^{-3}); Mg (12 mmol_c dm^{-3}); H + Al (31 mmol_c dm^{-3}); pH (Ca Cl₂) 4,5; MO (53%) e saturação de bases (53%). A área experimental apresenta, originalmente, vegetação natural de cerrado e vem sendo cultivada há 25 anos, no sistema convencional, com culturas de milho e soja.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com oito repetições. As parcelas foram constituídas por quatro culturas de cobertura: sorgo granífero AG 1040 (*Sorghum bicolor* L. Moench), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), milheto BN2 (*Pennisetum americanum* L.), braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e área em pousio (vegetação espontânea). Na área em pousio predominava a espécie apaga-fogo (*Alternanthera ficoidea* L.). As culturas foram semeadas em duas épocas: 27/03/2008 e 23/04/2008, de forma casualizada. A área ocupada por cada época de semeadura corresponde a 2.465 m² (17 x 145), e cada parcela, a uma área de 175,0 m² (7,0 x 25). A área útil de cada parcela foi a parte central, medindo 5,0 x 20,0m. Na primeira quinzena de março de 2008, o solo da área experimental foi preparado por meio de uma gradagem profunda (0,15-0,20 m) e duas gradagens superficiais (0,05-0,10).

A área experimental tem um histórico de culturas semeadas no verão de soja e milho, sendo esta última utilizada antes da semeadura das culturas de cobertura. As culturas foram semeadas mecanicamente no dia 27/3/2008, sendo considerada a primeira época de semeadura. Os espaçamentos das culturas de cobertura foram de 0,45 m entre linhas para o sorgo e 0,34 m para as culturas da crotalária, milheto e braquiária. Para a primeira época, foi feito o controle de plantas daninhas de folhas largas utilizando o herbicida 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), na dosagem de 1080 g i.a. ha⁻¹, com exceção das parcelas com crotalária. A densidade de semeadura para a cultura do sorgo (VC=89) foi de 15,9 sementes m⁻¹, e para as culturas do milheto (VC=92), braquiário (VC=32) e crotalária (VC=94), utilizou-se 18, 12 e 22 kg ha⁻¹, respectivamente. Para a segunda época de semeadura (23/04/2008), foi realizada a dessecção das plantas daninhas da área, onde predominava as de folhas largas. Foi aplicado o herbicida sal de amônio de glifosato, na dosagem 1440 g i.a. ha⁻¹. A aplicação do dessecante foi feita com pulverizador tratorizado, utilizando-se volume de calda de 100 litros ha⁻¹. Os espaçamentos e as densidades de semeadura das culturas de cobertura foram as mesmas utilizadas na primeira época.

Quando a cultura do sorgo semeado na primeira época atingiu seu ponto de colheita de grãos, (103 dias após a semeadura), foi realizado o manejo de todas as culturas de cobertura da primeira e segunda época de semeadura. Para a cultura do sorgo, as avaliações de rendimento de matéria seca desconsideraram os grãos produzidos. Para a segunda época de semeadura, as demais espécies apresentaram bom desenvolvimento da parte aérea. O manejo constituiu-se na

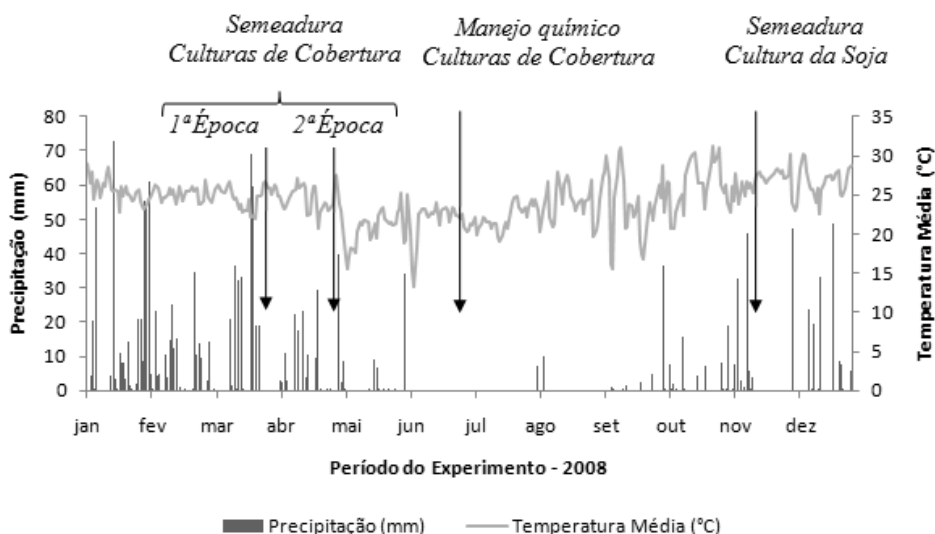


Figura 1. Valores diários de precipitação (mm dia^{-1}) e da temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) obtidos na área experimental durante o período de fevereiro a dezembro de 2008

Figure 1. Daily values of rainfall (mm day^{-1}) and mean temperature ($^{\circ}\text{C}$) obtained in the experimental area during the period from February to December 2008

dessecação das plantas utilizando-se os herbicidas glifosato e 2,4-D em uma única aplicação, no dia 08/07/2008, nas dosagens de 720 e 240 g i.a. ha^{-1} . Posteriormente, foi realizado o manejo mecânico com um rolo metálico acoplado a um trator para apenas acamar as plantas presentes, formando uma camada de palha, sem seccionar.

Antes do manejo químico das culturas de cobertura, no dia 08/07/2008, coletou-se toda a parte aérea das plantas com o auxílio de um quadrado de metal com área de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$). O material obtido foi pesado e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, e temperatura de 65°C . Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas. Após a pesagem, esta massa seca foi utilizada para a determinação dos teores foliares dos nutrientes contidos em cada cultura de cobertura, sendo determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, seguindo a metodologia de Malavolta et al. (1997). Após a determinação e em função da massa seca produzida por cada cultura, determinou-se a quantidade de nutrientes acumulados por estas culturas.

Após o manejo químico e mecânico, a cobertura do solo propiciada pela palha foi avaliada quinzenalmente. Para a avaliação de cobertura, utilizou-se um cano de PVC de 3m de comprimento, graduado de dez em dez centímetros, perfazendo 30 espaços de avaliação, para a quantificação da cobertura total naquela faixa de avaliação. A régua foi colocada em locais de amostragem pré-determinados, na diagonal, sendo o mesmo local utilizado em todas as avaliações. A área com cobertura foi considerada aquela que apresentava presença de palha em cada espaço de avaliação. Este método utilizado foi baseado no método do ponto quadrado, proposto por Speeding & Large (1957). As avaliações foram realizadas aos 26, 40, 54, 68, 82 e 96 dias após o manejo (DAM) com herbicida.

A análise estatística foi realizada utilizando o teste F, comparando-se as médias de rendimento de massa seca e teor de nutrientes na parte aérea por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade, enquanto que, para os percentuais de cobertura do solo nas diferentes avaliações, utilizou-se a análise de regressão polinomial (Gomes, 2000). O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura da braquiária apresentou o maior rendimento de massa seca, diferindo estatisticamente das culturas do milho e sorgo na primeira época de semeadura (Tabela 1). Já na segunda época, o milho produziu maior quantidade de massa seca entre as espécies estudadas.

A menor produção de palha obtida na cultura do sorgo foi afetada pela época de semeadura, principalmente pela menor disponibilidade hídrica verificada durante as fases de crescimento da planta (Figura 1). Segundo Sans et al. (2003), o limite para a semeadura da cultura do sorgo na região de Ilha Solteira seria o dia 15 de março. Torres & Pereira (2008) e Torres et al. (2005) verificaram produções de massa seca da cultura do sorgo semeado em agosto de $7,1 \text{ t ha}^{-1}$, e de $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ na semeadura no mês de abril, sendo esta a que apresentou maior rendimento dentre as culturas de cobertura avaliadas (sorgo, milho, braquiária, guandu, crotalaria e aveia preta). Bordin et al. (2003), trabalhando com culturas de cobertura antecedendo a semeadura de feijão de inverno, verificaram produções de matéria seca para a cultura do sorgo semeado no dia 10 de março superiores às obtidas neste experimento, de $12.686 \text{ kg ha}^{-1}$. Miranda et al. (2010), estudando o efeito de diferentes culturas

Tabela 1. Valor de F, coeficiente de variação (CV) e médias de rendimento de matéria seca da parte aérea, em função do tipo de cultura de cobertura e época de semeadura. Selvíria-MS, 2008

Table 1. F-value, variation coefficient (CV) and shoot dry matter yield means, as a function of the coverage culture type and sowing season. Selvíria-MS, 2008

Teste F		Matéria seca	
Cobertura vegetal (CO)		31,43**	
Época de cultivo (EC)		165,63**	
CO x EC		34,52**	
CV (%)		27,84	
Cobertura Vegetal	1ª Época (kg ha ⁻¹)	2ª Época	DMS
Sorgo	6.435bA	4.336bB	1.367
Crotalária	4.130cA	2.069cB	
Milheto	6.517b	6.614a	
Braquiária	11.958aA	1.741cdB	
Pousio	5.451bcA	0,0dB	
DMS	1.191		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey

de cobertura sobre a produtividade de matéria seca do sorgo cultivado em Mossoró-RN, encontraram variação de 9.000 a 23.000 kg ha⁻¹ de matéria seca.

A cultura da crotalária produziu 4.130 kg ha⁻¹ de massa seca para a primeira época e 2.069 kg ha⁻¹ para a segunda época de semeadura, sendo estas obtidas aos 103 e 76 dias após a semeadura, respectivamente (Tabela 1). Reis et al. (2007) ao estudarem a cultura da crotalária, verificaram que aos 30, 70, 97 e 125 dias após a semeadura, a cultura produziu 471, 3.481, 3.940 e 3.512 kg ha⁻¹ de matéria seca. Com resultados semelhantes aos deste estudo, Cazetta et al. (2005) e Carvalho et al. (2008) observaram que a cultura do milheto apresentou maior quantidade de massa seca em comparação com a crotalária. Porém, Perin et al. (2004) obtiveram resultados que contrastam com os obtidos neste experimento, em que a crotalária, em cultivos de verão, apresentou maior rendimento de fitomassa, que foi 108% maior do que o da vegetação espontânea e 31% superior ao do milheto. Bordin et al. (2003) verificaram produções de matéria seca para a crotalária de 6.850 kg ha⁻¹, valor este que se apresenta superior aos obtidos neste experimento, tanto para a primeira quanto para a segunda época de semeadura.

A cultura da braquiária produziu maior rendimento de matéria seca quando as condições climáticas não foram limitantes (Figura 1), aliado a maior tempo de desenvolvimento (Tabela 1). Para a primeira época de semeadura, quando houve maiores precipitações e 103 dias de desenvolvimento até a amostragem, a cultura apresentou o maior rendimento de massa seca (11.958 kg ha⁻¹) entre as culturas avaliadas. Nascimento et al. (2008), ao utilizarem uma gramínea (capim- elefante cv. *Cameroon*), encontraram produtividade de matéria seca de aproximadamente 11.000 kg ha⁻¹.

Para a área em pousio (vegetação espontânea), na primeira época de semeadura, houve rendimento de, aproximadamente, 5,5 t ha⁻¹ de massa seca. No entanto, para a segunda época de semeadura, não houve emergência de plantas daninhas na área. Essa diferença, entre a primeira e segunda época, pode ter sido ocasionada pela aplicação de herbicida dessecante na área correspondente à segunda época de semeadura, precedente à semeadura das culturas de entressafra.

Observa-se na Tabela 2 o acúmulo de cálcio pelas plantas de cobertura, sendo que a área mantida em pousio foi responsável pelo maior acúmulo na parte aérea. Apesar de a crotalária ser uma espécie de folhas largas, que normalmente apresenta maior quantidade de Ca, foi observada menor quantidade deste nutriente em suas folhas quando comparada com a área em pousio, cuja composição mato-florística principal foi de plantas daninhas caracterizadas como de folhas largas. Segundo Torres et al. (2008), a cultura da crotalária semeada em agosto de 2000 acumulou mais Ca em comparação com as gramíneas em estudo. Marques et al. (2002), ao estudarem a cultura do milheto, obtiveram teores de Ca de 26 kg ha⁻¹. Diferentemente dos dados obtidos neste estudo, Cazetta et al. (2005) verificaram que a cultura da crotalária apresentou teor de Ca da parte aérea superior ao da cultura do milheto. Perin et al. (2004) também verificaram os maiores teores de Ca na cultura da crotalária, em comparação à cultura do milheto e à área com consórcio das duas culturas.

A cultura da braquiária apresentou valores de acúmulo de N de 174,08 kg ha⁻¹, para a primeira época de semeadura. Já para a segunda época, os valores de N acumulados pelas plantas de braquiária foram inferiores em função do reduzido rendimento de massa seca (Tabela 3). Torres et al. (2008), em experimento desenvolvido em condições semelhantes a este, avaliando a cultura da braquiária, obtiveram valores de 130,80 e 41,65 kg ha⁻¹ de N, em semeaduras no mês de agosto e abril, mostrando diferença em comparação aos resultados obtidos neste estudo.

Os teores de N obtidos no caule e folhas do sorgo foram semelhante ao obtido por Bordin et al. (2003), com aproximadamente 75 kg ha⁻¹ em semeadura realizada no início do mês de março. Para a segunda época de semeadura, o milheto apresentou a maior quantidade de nitrogênio com 103,36 kg ha⁻¹ (Tabela 3). Torres et al. (2008) obtiveram valores de 165,55 e 55,75 kg ha⁻¹, respectivamente para a semeadura em agosto e abril, diferindo dos resultados obtidos neste experimento. As demais culturas não apresentaram diferença estatística entre as médias. Marques et al. (2002) obtiveram acúmulos de N semelhantes aos obtidos neste experimento na primeira época de semeadura, que foram de 122 kg ha⁻¹.

As plantas daninhas presentes na área em pousio, referente à primeira época de semeadura, proporcionaram uma ciclagem de nitrogênio de 84,08 kg ha⁻¹. Porém, Torres et al. (2008) observaram menor teor de N (46,69 e 57,19 kg ha⁻¹) na parcela em pousio, com predominância de plantas daninhas como o *Cenchrus echinatus* L., *Digitaria insularis*, *Brachiaria plantaginea*, *Rhynchelytrum repens*, *Brachiaria decumbens*, *Eleusine indica* e *Panicum maximum*. Na área em pousio deste estudo, predominava a espécie *Alternanthera ficoidea* L., em mais de 90% da área.

Tabela 2. Valores de F, médias e coeficientes de variação para o acúmulo de macronutrientes da parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008**Table 2.** F values means and variation coefficients for the macronutrients accumulation of the coverage cultures shoot. Selvíria-MS, 2008

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha ⁻¹						
Cobertura vegetal						
Sorgo	-	-	-	18,36 b	-	-
Crotalária	-	-	-	17,13 b	-	-
Milheto	-	-	-	22,95 b	-	-
Braquiária	-	-	-	16,70 b	-	-
Pousio	-	-	-	40,95 a	-	-
DMS	-	-	-	10,88	-	-
Época de cultivo						
Época 1	-	-	-	26,04 a	-	-
Época 2	-	-	-	15,21 b	-	-
DMS	-	-	-	4,74	-	-
F						
Cobertura vegetal (CO)	10,45**	5,74**	15,07**	9,64**	16,57**	13,48**
Época de cultivo (EC)	98,50**	118,95**	64,67**	20,92**	47,19**	61,05**
CO x EC	39,62**	19,39**	21,33**	1,03ns	19,13**	26,90**
CV (%)	29,01	32,37	39,43	47,09	41,19	32,58

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Tabela 3. Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o acúmulo de N, P, K, Mg e S (kg ha⁻¹) na parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008**Table 3.** Deployment of the interaction vegetal coverage x sowing season for the accumulation of N, P, K, Mg and S (kg ha⁻¹) in the coverage cultures shoot. Selvíria-MS, 2008

Cultura de cobertura	1ª Época		2ª Época		DMS	
	Nitrogênio		Fósforo		DMS	
Sorgo	75,21bA	68,08bA	12,29bA	6,53abB	24,77	3,55
Crotalária	73,05bA	48,16bB	13,04bA	4,89bB		
Milheto	100,46b	103,36a	18,70aA	10,06aB		
Braquiária	174,08aA	42,65bB	20,09aA	2,04bB		
Pousio	84,08b	-	11,29b	-		
DMS	34,82	32,72	5,00	4,70		
Cultura de cobertura	1ª Época		2ª Época		DMS	
	Potássio		Magnésio		DMS	
Sorgo	115,55bcA	56,99bB	25,53bA	13,20bB	41,98	9,20
Crotalária	64,16cA	29,94bA	9,34cA	6,01bA		
Milheto	161,23bA	133,86aA	29,96bA	28,55aA		
Braquiária	233,39aA	27,36bB	49,28aA	8,33bB		
Pousio	136,48b	-	31,03b	-		
DMS	59,01	55,45	12,94	12,15		
Cultura de cobertura	1ª Época		2ª Época		DMS	
	Enxofre		Enxofre		DMS	
Sorgo	15,16 bA	9,78 bB	9,78 bB	4,21		
Crotalária	8,79 cA	4,56 bcB	4,56 bcB			
Milheto	17,89 bA	15,79 aA	15,79 aA			
Braquiária	25,61 aA	4,71 cB	4,71 cB			
Pousio	14,48 bc	-	-			
DMS	5,91	5,56	5,56			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 4. Valores de F e coeficientes de variação da porcentagem de recobrimento do solo (%) de acordo com as culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008

Table 4. F values and variation coefficient of the soil coverage percentage (%) according to the coverage cultures. Selvíria-MS, 2008

Teste F	Recobrimento do solo
Cobertura vegetal (CO)	133,54**
Época de cultivo (EC)	1754,05**
CO x EC	229,26**
Amostragem (AM)	61,73**
AM x CO	5,84**
AM x EP	10,80**
AM x CO x EP	2,30**
CV 1 (%)	15,84
CV 2 (%)	6,64

** significativo a 1% para o teste F da análise de variância

Para os teores de P da parte aérea (Tabela 3), as culturas do milho e braquiária apresentaram os maiores valores na primeira época de semeadura. Na segunda época, a cultura do milho apresentou o maior acúmulo de fósforo. Os valores de acúmulo de P obtidos por Torres et al. (2008) foram de 12,70 e 5,23 kg ha⁻¹, assemelhando-se aos obtidos neste estudo, respectivamente para a primeira e segunda época de semeadura, que foram de 12,29 e 6,53 kg ha⁻¹. Marques et al. (2002) verificaram valores de acúmulo de P para a cultura do milho de 16 kg ha⁻¹, valor este semelhante ao obtido para a semeadura no final do mês de março, neste experimento.

Em relação ao potássio, a braquiária foi responsável pelo maior acúmulo, seguido pelo milho juntamente com a área de vegetação espontânea, para a primeira época de semeadura (Tabela 3). Maiores teores de K em milho foram verificados por Perin et al. (2004), quando esses teores foram comparados com a cultura da crotalária e área com consórcio dessas culturas. Torres & Pereira (2008) verificaram valores semelhantes para o acúmulo de potássio nas plantas de sorgo, crotalária e milho. Bordin et al. (2003) relataram acúmulo de K pela cultura do sorgo semelhante ao deste experimento para a primeira época de semeadura.

De acordo com os dados contidos na Tabela 3, as gramíneas apresentaram o maior acúmulo de Mg, com destaque para a braquiária. Os valores de acúmulo de Mg pela cultura do sorgo foram semelhantes aos obtidos por Bordin et al. (2003). A cultura da crotalária apresentou o menor teor de Mg. Os resultados mostram que nas áreas onde houve elevada produção de matéria seca, houve um maior acúmulo de Mg, o que está de acordo com os dados obtidos por Perin et al. (2004). Os resultados de acúmulo de biomassa de S foram semelhantes aos do Mg, em que as plantas de braquiária acumularam maior quantidade na primeira época de semeadura. Na segunda época, o maior acúmulo de S foi proporcionado pelas plantas de milho, com 15,79 kg ha⁻¹. Diferentemente dos dados obtidos neste experimento, Marques et al. (2002), avaliando diversas espécies, evidenciaram acúmulo de Mg pelas plantas do milho de 17 kg ha⁻¹.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que houve diferença no acúmulo de massa seca e nutrientes para as diferentes culturas de cobertura e épocas de semeadura (Tabela 4).

A cultura do sorgo semeada na primeira época apresentou efeito linear na sua porcentagem de recobrimento ao longo dos períodos de amostragem (Figura 2). A cobertura do solo proporcionada inicialmente foi de 93% da superfície do solo (Tabela 5). Na última amostragem, a cobertura do solo ainda era de 78%, isto é, desde o manejo químico da cultura até 96 dias após, a palha da cultura ainda apresentava uma boa porcentagem de recobrimento. Uma possível causa da decomposição lenta da palhada da cultura do sorgo pode ser a alta relação C/N, característica de gramíneas, e a baixa pluviosidade do período, aliada a alguns dias em que as temperaturas foram amenas. Para a segunda época de semeadura, houve um ajuste quadrático para o recobrimento do solo pela cultura do sorgo, mostrando uma tendência de estabilização do recobrimento do solo no decorrer das amostragens ($y = 0,003x^2 - 0,483x + 70,53$).

Para a cultura da crotalária, na a primeira época de semeadura, a taxa de recobrimento do solo apresentou com um decréscimo linear ao longo das épocas de amostragem ($y = -0,136x + 83,28$), isto porque esta espécie é uma leguminosa e apresenta baixa relação C/N (Figura 2). Na segunda época de semeadura, ocorreu novamente um ajuste linear para a taxa de recobrimento do solo ao longo do período das amostragens, para a cultura da crotalária ($y = -0,37x + 60,57$). A crotalária semeada na segunda época apresentou uma taxa de decomposição mais rápida, comparada à primeira época de semeadura, isso pode ter ocorrido por causa da menor relação C/N da parte aérea. De acordo com Aita & Giacomini (2003), a velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio dos resíduos culturais de plantas de cobertura são diretamente proporcionais às concentrações de N total na fitomassa e de N e C na fração solúvel em água.

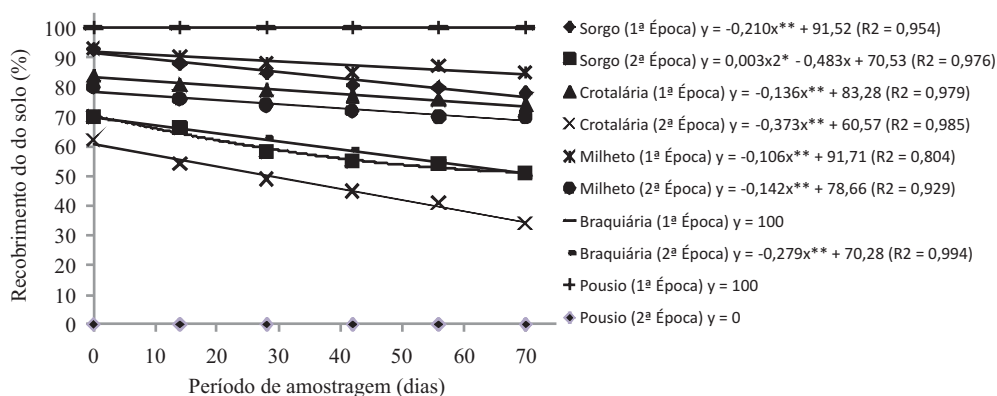
Para a primeira época de semeadura da cultura do milho, foi obtido um ajuste linear ($y = -0,106x + 91,71$). A cultura apresentou resistência à decomposição. A cultura do milho possui altos teores de lignina e celulose, o que a torna uma espécie resistente à decomposição. Boer et al. (2008) observaram que aos 30, 60 e 90 dias após ao manejo da cultura do milho, a porcentagem de cobertura da superfície do solo pela palha da cultura foi de 93,7, 92,7 e 91,8%, e aos 240 dias após o manejo, a porcentagem de cobertura foi de 17,3%.

Para a primeira época de semeadura (Tabela 5), em função da grande quantidade de palha proporcionada pela cultura da braquiária, o solo apresentou taxa de recobrimento de 100% em todo o período de avaliação, ou seja, desde aos 26 dias após o manejo, na primeira amostragem, até os 96 dias após o manejo, na última amostragem realizada. Todavia, Kliemann et al. (2006) observaram que a palhada de braquiária apresentou uma taxa de decomposição mais rápida, superando as culturas do sorgo e milho. A segunda época de semeadura da cultura da braquiária não apresentou bom desenvolvimento vegetativo por causa do crescimento inicial lento da cultura, além de uma decomposição mais rápida da palhada produzida ($y = -0,279x + 70,28$) (Figura 2).

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa para as culturas de cobertura x época de semeadura x amostragem (DAM) para o recobrimento de solo (%) pela palhada. Selvíria-MS, 2008**Table 5.** Deployment of the significant interaction for the coverage cultures x sowing season x sampling (DAM - Days after management) for soil coverage (%) by straw. Selvíria-MS, 2008

Amostragem	Época	Planta de cobertura				
		Sorgo	Crotalária	Milheto	Braquiária	Pousio
26 DAM	27/03	93 abA	84 bA	93 abA	100 aA	100 aA
	23/04	70 bB	62 bB	80 aB	70 bB	0 cB
40 DAM	27/03	88 bA	81 bA	90 bA	100 aA	100 aA
	23/04	66 bB	54 cB	76 aB	66 bB	0 dB
54 DAM	27/03	85 bA	79 bA	88 bA	100 aA	100 aA
	23/04	58 bcB	49 cB	74 aB	63 bB	0 dB
68 DAM	27/03	81 bA	77 bA	85 bA	100 aA	100 aA
	23/04	55 bB	45 cB	72 aB	59 bB	0 dB
82 DAM	27/03	80 bcA	76 cA	87 bA	100 aA	100 aA
	23/04	54 bB	41 cB	70 aB	55 bB	0 dB
96 DAM	27/03	78 bcA	74 cA	85 bA	100 aA	100 aA
	23/04	51 bB	34 bB	70 aB	50 cB	0 dB

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula nas linhas dentro da mesma amostragem, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

**Figura 2.** Análise de regressão para as culturas de entressafra, semeadas em duas épocas, para a taxa de recobrimento do solo (%) no período avaliado, Selvíria-MS, 2008**Figure 2.** Regression analysis for the off-season crops, sown in two seasons for the soil coverage rate (%) during the evaluated period, Selvíria-MS, 2008

A área em pousio, correspondente à primeira época de semeadura, apresentou uma grande quantidade de plantas daninhas, caracterizadas pela presença de folhas largas, como o apaga-fogo. Devido à grande infestação, houve o total recobrimento da superfície do solo, desde a época do manejo químico e mecânico até a avaliação final, aos 96 dias após o manejo (Tabela 5 e Figura 2). Na segunda época de semeadura das culturas de cobertura, antes de semeá-las, houve a utilização de herbicida na área para o controle de plantas daninhas existentes, para assim ter condições semelhantes à

área utilizada para a semeadura das culturas de cobertura. Em função disso, não houve, praticamente, a presença de plantas daninhas na área.

CONCLUSÕES

A semeadura no mês de março proporciona maior produção de massa seca e maior porcentagem de cobertura do solo nas espécies estudadas

A Brachiaria brizantha na 1ª época de semeadura apresenta maior produção de massa seca e extração de macronutrientes.

AGRADECIMENTOS

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor.

LITERATURA CITADA

- Aita, C.; Giacomini, J.S. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.2, p. 601-612, 2003. [Crossref](#)
- Alvarenga, R.C.; Cabezas, W.A.L.; Cruz, J.C.; Santana, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. *Informe Agropecuário*, v.22, n.208, p.25-36, 2001.
- Boer, C.A.; Assis, R.L. de; Silva, G.P.; Braz, A.J.B.P.; Barroso, A.L. de L.; Cargnelutti Filho, A.F.R. 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*, v.32, n.2, p.843-851, 2008. [Crossref](#)
- Bordin, L.; Farinelli, R.; Penariol, F.G.; Fornasieri Filho, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. *Bragantia*, v.62, n.3, p.417-428, 2003. [Crossref](#)
- Borkert, C.M.; Gaudência, C.A.; Pereira, J.E.; Pereira, L.R.; Oliveira Júnior, A. de. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.1, p.143-153, 2003. [Crossref](#)
- Calegari, A.; Monbardo, A.; Bulisani, E. A.; Wildner, L. do P.; Costa, M.B.B. da; Alcântara, P.B.; Myasaka, S.; Amado, T.J.C. Adubação verde no sul do Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.
- Carvalho, A.M.; Bustamante, M.M. da C.; Sousa Júnior, J.G. de A.; Vivaldi, L J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. especial, p.2831-2838, 2008.
- Cazetta, D.A.; Fornasieri Filho, D.; Giroto, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milheto e crotalária. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005. [Crossref](#)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Brasília, 2006. 306p.
- Gomes, F.P. Curso de estatística experimental, Piracicaba: USP, 2000. 477 p.
- Kliemann, H.J.; Braz, A.J.P.B.; Silveira, P.M. da. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.36, n.1, p.21-28, 2006.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- Marques, R.R.; Delavale, F.G.; Lazarini, E.; Buzetti, S.; Aratani, R.G. Quantidades de nutrientes restituídos ao solo através de plantas de cobertura e resíduos das culturas de soja e milho, em função da presença ou ausência de calcário na implantação do sistema de plantio direto. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 25., 2002, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: SBCS/ UFRRJ, 2002. CD-Rom.
- Miranda, N. de O.; Góes, G.B. de; Andrade Neto, R.C.; Lima, A.S. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.2, p.202-206, 2010. [Crossref](#)
- Nascimento, I.S.; Monks, P.L.; Silva, J.B. da. Efeito de cortes outonais e hibernais sobre o desempenho produtivo do capim elefante cv. Cameroon. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.2, p.191-196, 2008. [Crossref](#)
- Perin, A.; Santos, R.H.S.; Urquiaga, S.; Guerra, J.G.M.; Cecon, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.1, p.35-40, 2004. [Crossref](#)
- Raij, B. van; Quaggio, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- Reis, G.N. dos; Furlani, C.E.A.; Silva, R.P. da; Gerlach, J.R.; Cortez, J.W.; Grotta, D.C.C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. *Revista Engenharia Agrícola*, v.27, n.1, p.194-200, 2007. [Crossref](#)
- Sans, L.M.A.; Moraes, A.V. de C. de; Guimarães, D.P. Época de plantio de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 80).
- Silva, R.H.; Rosolem, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, n.2, p.253-260, 2001.
- Speeding, C.R.W.; Large, R.V. A point-quadrat method for the description of pasture in terms of height and density. *Grass and Forage Science*, v.12, n.4, p.229-234, 1957. [Crossref](#)
- Torres, J.R.L.; Pereira, M.G.; Fabian, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.3, p.421-428, 2008. [Crossref](#)
- Torres, J.R.L.; Pereira, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.4, p.1609-1618, 2008. [Crossref](#)
- Torres, J.R.L.; 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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.4, p.609-618, 2005. [Crossref](#)