



PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE BIOMASSA DE PLANTAS DE COBERTURA CULTIVADAS NA PRIMAVERA

Renato Lara de Assis¹, Carlo Adriano Boer², Leandro Pereira Pacheco³, Antonio Joaquim Braga Pereira Braz⁴, Kátia Aparecida de Pinho Costa⁵ & José Luiz Rodrigues Torres⁶

RESUMO: O cultivo de gramíneas para fins de produção de palhada tem crescido principalmente em regiões de clima tropical, proporcionando elevada produção de biomassa e manutenção da cobertura do solo. O presente estudo teve por objetivo avaliar a produção e decomposição de biomassa de plantas de cobertura do solo, cultivadas na primavera antecedendo ao cultivo do milho. O experimento foi instalado no Centro Tecnológico da Comigo no município de Rio Verde (GO) em um Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa. Foram utilizadas cultivares de milho (ADR300, ADR500 e ADR7010), capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*), cober crop[®] e uma testemunha com vegetação espontânea. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As maiores produções em biomassa, aos 50 dias após a semeadura, foram observadas para o cober crop[®] e milho ADR500, com valores superiores à 15.000 kg ha⁻¹. Quanto à relação C/N, o capim pé-de-galinha e a testemunha apresentaram menores valores, diferindo dos milhetos ADR500 e ADR7010. Os milhetos e o cober crop[®] foram eficientes em manter o solo coberto em razão da maior quantidade de biomassa remanescente na fase inicial de implantação da cultura do milho, seguido pelo capim pé-de-galinha com menor decomposição da palhada.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem, resíduos culturais, meia-vida.

BIOMASS PRODUCTION AND DECOMPOSITION OF COVER CROPS GROWN IN SPRING

ABSTRACT: The cultivation of grasses for straw production purposes has grown mainly in regions of tropical climate due to the high biomass production and the maintenance of a high soil cover. The objective of this study was to evaluate the biomass production and decomposition of soil cover crops, cultivated in the spring before corn. The experiment was installed at the Technological Center of Comigo in the municipality of Rio Verde (GO) in a dystrophic Red Oxisol clayey texture soil. Millet cultivars (ADR300, ADR500 and ADR7010), foot grass, the cover crop, and a control with spontaneous vegetation were used. The experimental design was a randomized block with 5 species, one control and four replications. The highest biomass yields, at 50 days after sowing, were observed at the cover crop and ADR500 millet treatments, with values higher than 15.000 kg ha⁻¹. Regarding the C/N ratio, the footwort grass and the control presented lower values, differing from the millet ADR500 and ADR7010. The millet and the cover crop were efficient in keeping the soil covered because of the greater amount of biomass remaining in the initial phase of corn crop implantation, followed by the grass leggrass, due to the smaller decomposition of the straw.

KEYWORDS: Modeling, Crop residues, half-life.

1 INTRODUÇÃO

As plantas de cobertura semeadas na primavera antecedendo a safra de verão, visam formação de palhada para proteção do solo e fornecimento de nutrientes pela decomposição da palhada (PACHECO et al., 2011a, 2011b, 2013a; HORVATHY NETO et al., 2014; SILVA et al., 2014), o que pode contribuir para o uso mais eficiente de fertilizantes nas culturas anuais em sucessão.

No sistema plantio direto cada vez mais está se utilizando o cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura antecedendo a safra de verão. A utilização de plantas de cobertura visa a redução do impacto das gotas de chuvas e consequente diminuição das perdas por

¹ Prof. Adjunto, Instituto Federal Goiano, Campus Iporá, renato.assis@ifgoiano.edu.br

² Engenheiro-Agrônomo, Monsanto do Brasil, Departamento de Desenvolvimento Tecnológico. São Paulo (SP), carlo.a.boer@monsanto.com

³ Prof. Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis (MT), leandropacheco@gmail.com

⁴ Prof. Titular, UniRV, Rio Verde, GO. braz@unirv.edu.br

⁵ Prof. Adjunto, Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, katiazoo@hotmail.com

⁶ Prof. Titular, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba, jlrtorres@iftm.edu.br

erosão, a reciclagem de nutrientes, o aporte de carbono e a supressão de plantas daninhas (HICKMANN e COSTA, 2012).

A elevada taxa de decomposição da palhada na região tropical tem dificultado a manutenção de uma quantidade mínima de palha na superfície do solo (ASSIS et al., 2013; HORVATHY NETO et al., 2014; SILVA et al., 2014). Neste sentido, as plantas de cobertura devem apresentar alta capacidade de produção de biomassa, elevada resistência quanto à decomposição (PACHECO et al., 2011a, 2011b) ou ao nível de recalcitrância dos resíduos (ACOSTA et al., 2014).

O tipo ideal de cobertura do solo em cultivos com semeadura direta é aquele cuja taxa de decomposição dos resíduos vegetais seja compatível com a manutenção do solo protegido contra agentes erosivos por maior tempo e com o fornecimento de nutrientes, de forma a atender a demanda pela cultura subsequente. Em diversas regiões do Brasil, a adoção do sistema plantio direto é crescente, porém, há pouco conhecimento sobre plantas de cobertura que possam produzir quantidade de biomassa suficiente para o sistema e, conseqüentemente, manter ou elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas de interesse (SILVA et al., 2014).

O milho é uma das opções que veem sendo muito utilizada em razão do crescimento rápido, resistência à seca e grande capacidade de ciclagem de nutrientes (principalmente potássio e nitrogênio) (PACHECO et al., 2013b; ASSIS et al., 2013). Apesar disto, ainda é necessário estudos com outras espécies e novas cultivares de milho.

O presente estudo tem por objetivo avaliar a produção e decomposição de biomassa de plantas de cobertura do solo, cultivadas na primavera antecedendo o cultivo do milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Tecnológico da Comigo no município de Rio Verde (GO) em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa com o plantio das seguintes espécies de plantas de cobertura: milho (*Pennisetum glaucum* (L.)), cultivares ADR300, ADR500 e ADR7010, capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana*) e o cober crop® - híbrido de *Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf e uma testemunha (conduzida apenas com o manejo espontâneo de espécies de plantas daninhas presentes na área). O delineamento experimental para o plantio das espécies foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

A análise química e física apresentou as seguintes características na profundidade de 0-20 cm por ocasião da instalação do experimento: pH em CaCl₂ de 5,3; 2,83 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,63 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,08 cmol_c dm⁻³ de K; 4,0 cmol_c dm⁻³ de H + Al; 8,59 mg dm⁻³ de P (Me); 25,57 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 3,54 cmol_c dm⁻³ de SB; 7,50 cmol_c dm⁻³ de CTC; 47,23 % de saturação

por bases; 500 g kg⁻¹ de areia; 50 g kg⁻¹ de silte e 450 g kg⁻¹ de argila.

O plantio foi realizado à lanço no dia 25 de outubro de 2007 com a utilização de 20 kg ha⁻¹ para os milhetos ADR300, 500 e 7010 e cober crop® e 15 kg ha⁻¹ para o capim pé-de-galinha. Após 50 dias (13/12/2007), as plantas de cobertura foram dessecadas com a utilização de 3,5 L ha⁻¹ de Roundup Transorb, utilizando-se de um pulverizador costal manual pressurizado por CO₂, com pressão constante de 30 libras pol⁻² e calibrado para distribuir 150 L ha⁻¹ de volume de calda. No momento da dessecação apenas as cultivares de milho estavam iniciando o florescimento.

Para avaliar a taxa de decomposição da biomassa seca remanescente foram coletadas amostras de palhada das diferentes plantas de cobertura com o auxílio de um quadrado de ferro de 0,25 x 0,25 m. As datas de coleta foram 34, 46, 60, 89, 124 e 160 dias após a dessecação. Após secagem em estufa a 65°C por 72 horas foi quantificada para cada época de amostragem a biomassa seca remanescente para as espécies. Após a moagem das amostras, foram determinados, no material vegetal, os teores de N, segundo método descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). O carbono (C) foi determinado pela queima em mufla à temperatura de 550°C (GOLDIN, 1987).

A cobertura vegetal foi estimada utilizando-se um quadrado de ferro de 0,5 m de lado, tendo uma linha de náilon disposta em diagonal, com 13 pontos espaçados de 5 cm, cujas medições consistiam da contagem das interceptações da palha nos referidos pontos, calculando-se assim o percentual de cobertura vegetal pela média de quatro repetições. Estas medições foram realizadas aos 8, 14, 34, 46, 60, 89, 124 e 160 dias após a dessecação.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais, ajustou-se um modelo matemático exponencial decrescente, utilizado por Pacheco et al. (2013b).

$P = P_0 \exp(-kt)$, onde:

P = quantidade de biomassa seca existente no tempo t, (kg ha⁻¹);

P₀ = fração do resíduo vegetal potencialmente decomponível;

k = constante de decomposição da biomassa seca.

Para calcular o tempo de meia-vida (T_{1/2}), ou seja, o tempo necessário para que 50% da biomassa remanescente sejam decompostas, utilizou-se fórmula matemática, de acordo com Paul e Clark (1996).

$T_{1/2} = 0,693/k$, onde:

T_{1/2} = tempo de meia-vida para decomposição da biomassa (dias);

k = constante de decomposição.

Os resultados obtidos foram submetidos ao programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA, 2011) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises de regressão relativas à decomposição da biomassa até 160 dias após o manejo das diferentes

culturas foram realizadas com o uso do aplicativo Sigma Plot.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores produções em biomassa, aos 50 dias após a semeadura, foram observadas para o cober crop® e milheto ADR500, com valores superiores à 15.000 kg ha⁻¹ (Tabela 1). Esses valores estão de acordo com os estudos de Assis et al. (2013) em estudo em Rio Verde (GO) que obtiveram 14.400 kg ha⁻¹ de biomassa seca com o milheto ADR300 manejados em pleno florescimento aos 61 dias após a emergência.

Tabela 1 - Biomassa seca, coeficientes da equação de regressão e meia-vida ($T_{1/2}$) para biomassa seca remanescente até 160 dias após o manejo.

Plantas de cobertura	Biomassa*		Coeficientes		
	kg ha ⁻¹	P ₀	k	R ²	T _{1/2}
Milheto ADR300	14189 b	3528,81	0,0168	0,95**	41
Milheto ADR500	15396 ab	5039,16	0,0250	0,94**	28
Milheto ADR7010	14139 b	3736,59	0,0242	0,95**	29
Cober crop®	16587 a	6303,12	0,0304	0,96**	23
Capim pé-de-galinha	4522 c	1699,47	0,0092	0,95**	75
Testemunha	4285 c	1447,03	0,0146	0,94**	47

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. *: biomassa no momento do manejo das plantas de cobertura (50 dias após a semeadura, que ocorreu em 13/12/2007); **: Significativo a 1% de probabilidade

Teixeira et al. (2011) e Torres et al., 2014 também destacaram que o milheto apresentou significativo acúmulo de biomassa (12.333 kg ha⁻¹ 17.940 e kg ha⁻¹, respectivamente) quando semeado em safrinha em diversas localidades no Brasil. Essas espécies apresentaram rápido estabelecimento de plântulas e significativa taxa de crescimento de plantas em relação aos demais tratamentos, por se tratar de culturas com ciclo fenológico precoce e com elevado potencial de acúmulo de biomassa em curto período de crescimento. Essas características são importantes quanto à inclusão de plantas de cobertura em pré-safra no Cerrado, uma vez que, a época de semeadura das culturas anuais de verão ocorre entre os meses de outubro a dezembro, o que dificulta a inclusão de espécies que apresente características de ciclos tardios, com crescimento inicial lento.

A elevada quantidade de biomassa produzida pelo milheto no presente estudo pode ser explicada pela época de semeadura (outubro), que por apresentar um fotoperíodo mais longo, favorece o crescimento da parte aérea e o acúmulo de biomassa. Estas observações se baseiam em estudos realizados por Hellmers e Burton (1972), que observaram que o milheto cultivado em condições de 12 a 13 horas de escuro por dia, apresentou indução ao—florescimento antes do desenvolvimento

pleno das plantas, com prejuízos para o acúmulo de biomassa.

Após a dessecação das plantas de cobertura, aos 50 dias após a semeadura, iniciou-se a decomposição dos resíduos vegetais no sistema. A taxa de decomposição dos resíduos vegetais apresentaram maiores índices nos primeiros 60 dias após a dessecação, como pode ser observado na Figura 1. Essas observações estão de acordo com alguns trabalhos já publicados (PACHECO et al., 2011a). As maiores taxas de decomposição foram observadas para as espécies de cober crop®, Milheto ADR7010 e ADR300, o que pode ser atestado pelos tempos de meia-vida, com valores entre 23 e 29 dias. Esses resultados podem ser explicados pela menor relação C/N de seus resíduos vegetais (Tabela 2), conforme descrito por Paul e Clark (1996).

Tabela 2 - Teor de carbono, teor de nitrogênio e relação C/N de diferentes plantas de cobertura.

Plantas de cobertura	Carbono (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	Relação C/N
Milheto ADR300	507,5 a	25,1 abc	20,2 ab
Milheto ADR500	502,5 a	23,9 bc	20,9 a
Milheto ADR7010	505,0 a	22,9 c	22,1 a
Cober crop®	507,5 a	27,1 abc	19,1 ab
Capim pé-de-galinha	497,5 a	30,0 a	16,8 b
Testemunha	495,0 a	29,6 ab	16,8 b
C.V (%)	2,0	9,9	9,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Elevadas concentrações de nitrogênio nos tecidos vegetais favorecem a ação de microorganismos decompositores, uma vez que oxidam as ligações amídicas (NH₂) das moléculas orgânicas para obtenção de energia para seu metabolismo. Além do mais, os teores de celulose, hemicelulose e lignina, conhecidos por ser constituintes com elevados teores de carbono e apresentar elevada recalcitrância, também podem interferir na mineralização de tecidos vegetais. Soratto et al. (2012) também observaram que o aumento da relação C/Si também está relacionada com a persistência dos resíduos na superfície do solo.

Os valores de tempo de meia-vida da biomassa observados neste trabalho foram inferiores aos encontrados por Pacheco et al. (2011b) para o milheto (63 dias) e testemunha (61 dias). Isso infere 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.

A persistência dos resíduos vegetais na superfície do solo é uma característica importante a ser considerada na escolha de espécies de plantas de cobertura a serem inseridas nos sistemas agrícolas do Cerrado. A espécie

capim pé-de-galinha apresentou menores índices de decomposição, com tempo de meia-vida da biomassa de 75 dias. Embora os resíduos dessa espécie tenham apresentado baixa relação C/N, observou-se que na composição dos tecidos vegetais há elevada proporção de colmos em relação aos tecidos foliares. Ao considerar as observações descritas por Teixeira et al. (2011) é possível afirmar que os colmos em sua constituição química apresentam como constituinte básico os tecidos parenquimáticos, com elevados teores de lignina, celulose e hemicelulose, que possibilitaram maior resistência dos resíduos vegetais a ação de micro-organismos decompositores.

Nos resíduos vegetais que apresentaram maior perda de biomassa acumulada na superfície do solo após a dessecação de manejo para a semeadura das culturas anuais, as taxas de liberação de nutrientes dos resíduos vegetais ao solo são significativas. Embora o cober crop® e o milho ADR300 tenham apresentado maior perda de biomassa acumulada na superfície do solo nos primeiros 60 dias após o manejo (Tabela 3 e Figura 1), as quantidades iniciais de biomassa no momento da dessecação (acima de 15.000 kg ha⁻¹) possibilitaram essas espécies apresentar quantidades de resíduos vegetais similares aos demais tratamentos ao restante do período de safra (entre 60 e 160 dias).

Tabela 3 - Percentual de perda da biomassa (0 e 160 dias após o manejo) e coeficientes da equação de regressão $B = a(1 - e^{-bx})$ da perda de biomassa remanescente acumulada até 160 dias após o manejo.

Plantas de cobertura	BRA*				R ²
	Dias após o manejo		Coeficientes		
	00	60	a	b	
Milheto ADR300	00 a	86,1 a	83,18	0,0246	0,99**
Milheto ADR500	00 a	88,7 a	86,39	0,0390	0,99**
Milheto ADR7010	00 a	90,1 a	87,66	0,0367	0,99**
Cober crop®	00 a	91,4 a	89,25	0,0452	0,99**
Capim pé-de-galinha	00 a	79,9 a	132,0	0,0059	0,96**
Testemunha	00 a	87,7 a	103,3	0,0127	0,94**

*Biomassa remanescente acumulada

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. * BRA: biomassa remanescente acumulada

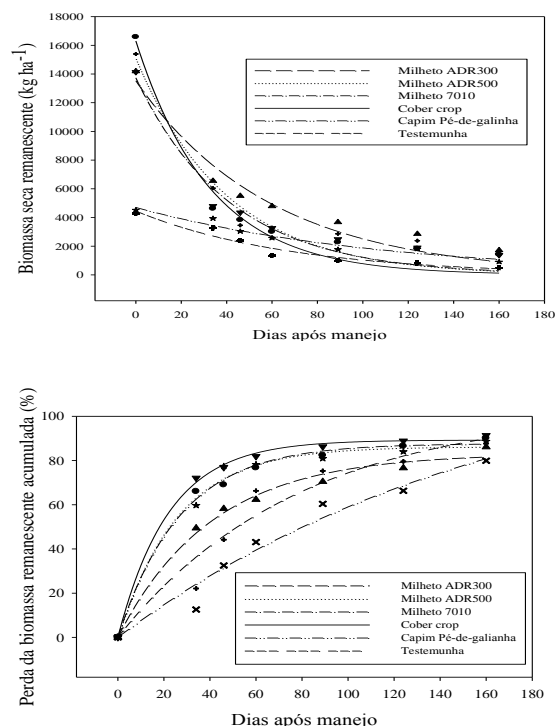


Figura 1 - Percentual de perda da biomassa remanescente acumulada de plantas de cobertura, até 160 dias após o manejo.

As plantas de cobertura com a característica de apresentar elevada produção de biomassa e elevadas taxas de decomposição possibilitam maior acúmulo e liberação de nutrientes ao solo para serem aproveitados pelas culturas anuais em sucessão. Estudos de Pacheco et al. (2011b) e Pacheco et al. (2013b) observaram que espécies como o milho e braquiária inseridas nos sistemas agrícolas no Cerrado possibilitaram acúmulos significativos de nitrogênio (acima de 78 kg ha⁻¹) e potássio (acima de 54 kg ha⁻¹) em suas biomassas. Desta forma, é possível inferir que o cober crop® e o milho ADR300 apresentam potencialidade de contribuir na nutrição mineral das culturas anuais em sucessão, o que poderia resultar em maior eficiência no uso de nutrientes e redução do uso de fertilizantes químicos na agricultura.

A testemunha apresentou quantidades insatisfatórias de biomassa no momento do manejo, com valores inferiores à 4.300 kg ha⁻¹, com taxas de decomposição intermediária (tempo-meia vida de 47 dias). Esses resultados atestam que o uso do pousio em sistemas agrícolas com culturas anuais não pode ser recomendado, uma vez que as plantas infestantes naturais do sistema não apresentam potencialidade em acumular biomassa em quantidades satisfatórias. Além do mais, a impossibilidade de se controlar o florescimento e produção de sementes das diversas plantas infestantes que ocorrem no pousio, favorece o aumento do banco de sementes e a matocompetição nas culturas semeadas em sucessão, o que dificulta a

implantação do manejo integrado de plantas infestantes. Petter et al. (2015) relataram que as plantas de cobertura (milheto e capim pé-de-galinha gigante) promoveram reduções significativas na emergência e crescimento de plantas de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), principal planta daninha nos sistemas agrícolas brasileiros.

Quanto à taxa de cobertura do solo, foi observado que todos os tratamentos apresentaram valores acima de 86% na ocasião da dessecação de manejo para semeadura da cultura anual (Tabela 4). Vários trabalhos científicos tem demonstrado correlação positiva entre quantidade de biomassa e taxa de cobertura do solo. Todavia, nesse experimento foi possível observar que são possíveis espécies que apresentam quantidades inferiores de biomassa, promover elevada taxa de cobertura do solo.

Tabela 4 - Taxa de cobertura do solo (8 e 160 dias após o manejo), coeficientes da equação de regressão e meia vida ($T_{1/2}$) para taxa de cobertura do solo promovida pela biomassa remanescente de plantas de cobertura.

Plantas de cobertura	TCS*		Coeficientes			$T_{1/2}$
	8	160	C_0	k	R^2	
Milheto ADR300	94,9 a	32,3 a	99,9	0,0074	0,98**	94
Milheto ADR500	95,4 a	31,8 a	100,9	0,0077	0,99**	90
Milheto ADR7010	96,4 a	36,4 a	102,6	0,0066	0,99**	105
Cober crop®	96,4 a	32,3 a	100,7	0,0080	0,98**	87
Capim pé-de-galinha	99,0 a	32,8 a	106,9	0,0074	0,99**	94
Testemunha	86,7 a	12,8 b	95,8	0,0128	0,99**	54

CV = Tratamentos (34,3%), Épocas (7,2%), Interação (6,7%)
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de tukey, a 5% de significância. *TCS: taxa de cobertura do solo, ** Significativo a 1% de probabilidade.

Esta observação pode ser atestada nos tratamentos com pé-de-galinha e testemunha no momento da dessecação. Estes resultados se baseiam na distribuição da biomassa mais uniforme na superfície do solo. Observações semelhantes foram descritas por Silva et al. (2011), em que os maiores acúmulos de biomassa obtidos na crotalaria e ervilhaca não resultaram em acréscimos na taxa de cobertura do solo em relação aos demais tratamentos. Segundos os autores, essas espécies apresentaram elevada taxa de decomposição dos tecidos foliares (tecidos com maior superfície de cobertura do solo), o que resultou em significativa proporção de caules e hastes na biomassa remanescente, que são tecidos vegetais com menor potencial para promover a cobertura do solo.

As plantas de cobertura apresentaram comportamento semelhante quanto à cobertura do solo ao longo do período de safra (Tabela 4, Figura 2). A testemunha apresentou a maior redução na taxa de cobertura do solo, o que resultou em insatisfatória taxa de cobertura do solo aos 160 dias após a dessecação (inferir a 13%). Este resultado reforça a limitação na adoção do pousio em sistemas agrícolas com culturas anuais no Cerrado.

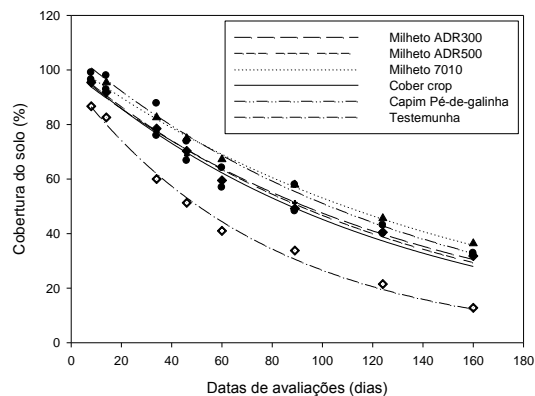


Figura 2 - Porcentagem de cobertura do solo promovida pela palhada das plantas de cobertura, até 160 dias após o manejo.

Os tratamentos com uso capim-pé-de-galinha, embora com 99% de taxa de cobertura do solo no momento da dessecação, constatou-se que a camada de biomassa foi menos espessa comparado às demais plantas de cobertura. O que pode resultar em menor resistência à erosão provocadas por precipitações mais intensas que podem ocorrer nas regiões de Cerrado nos meses de outubro à dezembro.

4 CONCLUSÕES

As maiores produções em biomassa, aos 50 dias após a semeadura, foram observadas para o cober crop® e milheto ADR500, com valores superiores à 15.000 kg ha⁻¹

O maior percentual de decomposição da biomassa foi observado 60 dias após o manejo para os milhetos e o cober crop®.

Quanto à relação C/N, o capim pé-de-galinha e a testemunha apresentaram menores valores, diferindo dos milhetos ADR500 e ADR7010.

Os milhetos e o cober crop foram eficientes em manter o solo coberto em razão da maior quantidade de biomassa remanescente na fase inicial de implantação da cultura do milho, seguido pela capim pé-de-galinha pela menor decomposição da palhada.

5 REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 801-809, 2014.

ASSIS, R. L.; OLIVEIRA, C. A. A.; PERIN, A.; SIMON, G. A.; SOUZA JUNIOR, B. A. Produção de

biomassa, acúmulo de nitrogênio por plantas de cobertura e efeito na produtividade do milho safrinha. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1769-1775, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 18, p. 1111-1116, 1987.

HELLMERS, H.; BURTON, G.W. Photoperiod and temperature manipulation induces early anthesis in pearl millet. **Crop Science**, Madison, v.12, p.198-201, 1972.

HICKMANN, C.; COSTA L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n. 10, p.1055-1061, 2012.

HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; ASSIS, R. L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.1, p.17-25, 2011a.

PACHECO, L.P.; BARBOSA, J.M.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. 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**, Viçosa, v.35, p.1787-1799, 2011b.

PACHECO, L.P.; MONTEIRO, M.M.S.; SILVA, R.F.; SOARES, L.S.; FONSECA, W.L.; NÓBREGA, J.C.A.; PETTER, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F.; OSAJIMA, J.A. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no cerrado piauiense. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.3, p.237-246, 2013a.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1228-1236, 2013b.

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.

PETTER, F.A.; SULZBACH, A.M.; SILVA, A.F.; FIORINI, I.V.A.; MORAIS, L.A.; PACHECO, L.P. Uso de plantas de cobertura como ferramenta na estratégia de manejo de capim-amargoso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 14, n. 3, p. 200-209, 2015.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na entressafra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 697-705, 2014.

SILVA, D.A.; SOUZA, L.C.F.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.1, p.147-156, 2011.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C.H.M. FERRARI NETO, J.; CASTRO, G.S.A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1462-1470, 2012.

TEIXEIRA, M.B.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TORRES, J.R.L.; SILVA, M.G.S.; CUNHA, M.A.; VALLE, D.X.P.; PEREIRA, M.G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de coberturas no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 247-253, 2014.