



## Produção de fitomassa seca de guandu-anão e milho e a decomposição das palhadas sob cultivo do feijoeiro

### *Dry phytomass production of dwarf pigeon pea and millet and decomposition from straws in common bean crop*

Rogério Ernani Marangoni<sup>1</sup>, Lucas da Silva Araújo<sup>2\*</sup>, Mateus de Souza Valente<sup>3</sup>, Luis Gustavo Barroso Silva<sup>3</sup>, Pedro Marques da Silveira<sup>4</sup>, Paulo César Ribeiro da Cunha<sup>5</sup>

**Resumo:** A decomposição da palhada concomitante à liberação de nutrientes favorece o feijoeiro em sucessão desde que a implantação ocorra imediatamente após o manejo das plantas de cobertura. Assim, objetivou-se com esta pesquisa quantificar a produção de fitomassa seca e a decomposição da palhada de guandu-anão e de milho, bem como seus efeitos nos componentes da produção e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho distrófico, no sistema convencional de preparo do solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As duas parcelas foram constituídas pelo cultivo do feijoeiro em sucessão aos cultivos de guandu-anão e milho; e nas subparcelas, 7 épocas de avaliação, sendo: 10; 20; 30; 40; 50; 60 e 70 dias após corte (DAC) das seguintes variáveis: fitomassa seca e taxas de decomposição da palhada do guandu-anão e do milho, sob cultivo do feijoeiro. No feijoeiro, cultivar IPR Colibri, as variáveis avaliadas foram: número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos e produtividade. O guandu-anão e o milho apresentaram produtividade de fitomassa seca semelhante. Após o cultivo do feijoeiro irrigado, aos 70 DAC, a palhada remanescente das plantas de cobertura foi superior a 60%. A palhada do guandu-anão demonstrou maior taxa de decomposição, enquanto que a do milho foi mais persistente na superfície do solo. O feijoeiro cv. IPR Colibri apresentou desempenho agrônomico semelhante nas sucessões com guandu-anão ou milho, cujas palhadas se mostraram benéficas à cultura.

**Palavras-chave:** *Cajanus cajan* L. *Pennisetum glaucum* L. "Litter bags." Plantas de cobertura. *Phaseolus vulgaris* L.

**Abstract:** The decomposition of concomitant nutrient release from straw favor the bean in succession since deployed immediately after the management of cover crops. This research was carried out in order to quantify the dry phytomass production and decomposition of straws dwarf pigeon pea and millet, and their effects on the production components and grain yield of common bean. The experiment was conducted on an Oxisol in the conventional tillage system. The experimental design was of randomised blocks with four replications in a scheme of split lots. The two lots comprised the common bean crop, in succession to crops of dwarf pigeon pea and millet; the sub-lots comprised randomised in time, 7 evaluation periods, 10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70 days after cutting (DAC). The productivity of dry phytomass and decomposition of straws was evaluated in the cover crops in common bean crop, and the number of pods per plant, number of grains per pod, 100-grain weight and grain yield in the common bean plants. The dwarf pigeon pea and the millet showed similar productivity for dry phytomass. After irrigated common bean crop, the 70 DAC, remaining straw from cover crops was 60%. The dwarf pigeon pea straws showed higher rate of decomposition, while millet residue was more persistent on the soil surface. The common bean cv. IPR Colibri presented similar agronomic performance in the sequences with pigeon pea or millet of pigeon pea and millet whose straw showed to be beneficial for the crop.

**Key words:** *Cajanus cajan* L. *Pennisetum glaucum* L. "Litter bags." Cover crops. *Phaseolus vulgaris* L.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 27/10/2016 e aprovado em 12/04/2017

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Instituto Federal Goiano, Urutaí, GO, Brasil, rogerio\_marangoni@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual de Goiás, Rodovia GO 330 km 241 Anel Viário S/N, Ipameri, GO, CEP 75780-000, Brasil, lucasilva\_31@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduando em Agronomia, Instituto Federal Goiano, Urutaí, GO, Brasil, mateusvalente7@gmail.com, Brasil, guga\_126@hotmail.com

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil, pedro.silveira@embrapa.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor Instituto Federal Goiano, Urutaí, GO, Brasil, paulo.cunha@ifgoiano.edu.br

## INTRODUÇÃO

A eficácia do sistema plantio direto (SPD) está atrelada à produção e ao aporte contínuo de palhada sobre a superfície do solo (COSTA *et al.*, 2015a). Nesse sentido, uma alternativa potencial consiste no cultivo de plantas de cobertura, que são destinadas exclusivamente para produção de palhada (ARAÚJO *et al.*, 2015).

No Cerrado, é fundamental a formação de uma cobertura eficiente do solo para garantir a sustentabilidade do SPD. Por isso, tem-se preconizado quantidades elevadas de fitomassa provenientes de plantas de cobertura, na qual se almeja uma palhada persistente, pois, nessas regiões de clima tropical, a decomposição é potencializada, mesmo quando a palhada é constituída por gramíneas (BOER *et al.*, 2008; TORRES *et al.*, 2014).

A esse respeito, como estratégia de manter a palhada no solo, é essencial a escolha correta da planta de cobertura. Dentre as diversas espécies, com finalidade agrônômica para produção específica de palhada, o milheto e o guandu-anão têm sido as espécies mais estudadas no Cerrado (KLIEMANN *et al.*, 2006; NUNES *et al.*, 2006; CARNEIRO *et al.*, 2008; TORRES *et al.*, 2008; CALVO *et al.*, 2010; PACHECO *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2015). O desempenho superior dessas espécies como formadoras de palhada se deve preferencialmente pela adaptação ao clima e solo do Cerrado, ao potencial de produção de fitomassa seca e pela capacidade de extração e reciclagem de nutrientes. Logo, demonstram boas opções de cobertura do solo, podendo fazer parte do sistema de rotação de culturas.

De acordo com Costa *et al.* (2015b), a palhada de plantas de cobertura, depositada sobre o solo, funciona como um reservatório de nutrientes, que são disponibilizados no decorrer do processo de decomposição, mediante ação dos microrganismos presentes no solo. Contudo, a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes varia de acordo com a composição da palhada, principalmente entre leguminosas e gramíneas (CARNEIRO *et al.*, 2008). Portanto, o efeito residual da palhada sobre a cultura implantada em sucessão é variável, mas espera-se que ocorra compatibilidade entre a liberação dos nutrientes com a época de maior demanda da cultura de interesse comercial (MENDONÇA *et al.*, 2015).

No caso do feijão-comum, de ciclo curto e exigente em nutrientes, principalmente o nitrogênio, busca-se uma palhada compatível à demanda da cultura, objetivando-se elevar os níveis de produtividade. Torres *et al.* (2014) salientam que a produtividade do feijoeiro pode ser influenciada pelas palhadas antecedentes e, ainda, diferir quanto à espécie de cobertura utilizada. Ademais, a palhada das plantas de cobertura, além de maximizar o aspecto agrônômico dos sistemas de produção de grãos no Cerrado, contribui para obtenção de uma agricultura sustentável, preconizada nos últimos anos.

Objetivou-se com este trabalho quantificar a produção de fitomassa seca e a decomposição da palhada de milheto e de guandu-anão, bem como seus efeitos sobre os componentes da produção e produtividade de grãos do feijoeiro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, IF Goiano - Campus Urutaí (48° 11' 35"S e 48° 11' 35"WGr. e altitude de 800 m), no período de janeiro a setembro de 2011. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo uma seca, que vai de maio a setembro, e outra chuvosa, de outubro a abril (ALVARES *et al.*, 2014). Os dados coletados da precipitação, temperatura e umidade relativa do ar durante o desenvolvimento do experimento podem ser observados na Figura 1.

A área experimental encontrava-se em pousio desde outubro de 2010, com histórico de sistema convencional do preparo do solo e do cultivo de culturas anuais, sendo o milho (*Zea mays* L.), na safra primavera-verão, e o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na safra de outono-inverno. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013), de textura franco-argilo-arenosa. A análise textural do solo apresentou 450, 110 e 440 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente. Os valores iniciais dos atributos químicos do solo na camada de 0,0 a 0,20 m estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo antes da instalação do experimento. Urutaí, GO, 2011

Table 1 – Chemical attributes of the soil before the installation of the experiment. Urutaí, Goiás state, 2011

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	MO <sup>1</sup>
(H <sub>2</sub> O)	_____ cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> _____				g kg <sup>-1</sup>
5,8	1,6	0,5	0,1	0,2	24
P (Melich)	K	Fe	Mn	Zn	Cu
_____ mg dm <sup>-3</sup> _____					
7,2	121,2	11,0	10,5	3,6	2,1

<sup>1</sup>MO: matéria orgânica.

<sup>1</sup>MO: organic matter

Na área sob pousio foram aplicados 1,44 kg ha<sup>-1</sup> do equivalente ácido (e.a.) do herbicida glifosato com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, utilizando um pulverizador tratorizado, visando dessecar a vegetação existente. Posteriormente, procedeu-se ao sulcamento com sulcador de haste de seis linhas, com tração mecanizada, e a semeadura manual das plantas de cobertura, sem adubação, no dia 20 de janeiro de 2011. Foi utilizado a cultivar ADR 300 de milheto na densidade de 20 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, e a cultivar Super N de guandu-anão, com 12 sementes por metro.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelos dois tipos de palhadas (milheto e guandu-anão),

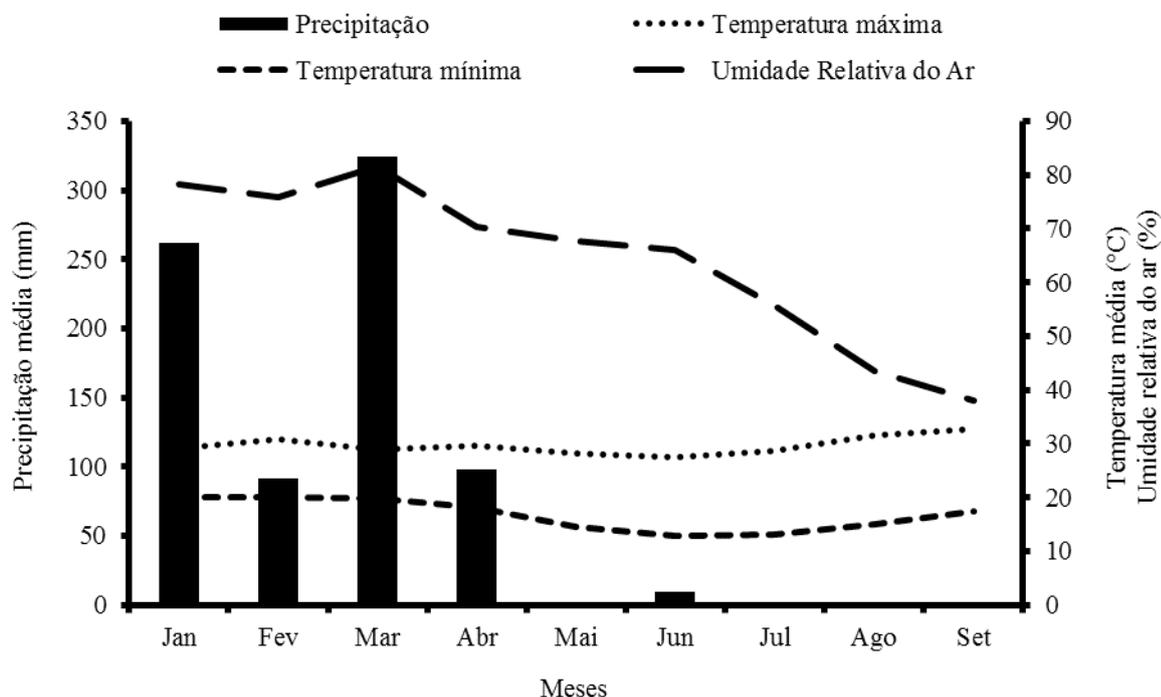


Figura 1 – Elementos climáticos durante o desenvolvimento do experimento. Urutaí, GO, 2011. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Figure 1 – Climatic elements during the development of the experiment. Urutaí, Goiás state, 2011. Source: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

e as subparcelas pelas épocas de avaliação ao longo do cultivo do feijoeiro (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após o corte das plantas de cobertura - DAC). A avaliação da produção de fitomassa seca (FS) das plantas de cobertura e dos componentes do rendimento de grãos do feijoeiro foi conduzida em parcelas com dimensão de 3 x 4 m. Já a avaliação da decomposição das palhadas foi conduzida em subparcelas com dimensões de 0,2 x 0,2 m (área da bolsa de decomposição) sob cultivo de feijoeiro. A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais, descartando-se 0,50 m em cada extremidade. Na subparcela, a área útil foi toda a área da bolsa.

As plantas de cobertura foram cultivadas até 120 dias após a semeadura (DAS); na ocasião, as plantas foram dessecadas com glyphosate, na dose de 1,44 kg ha<sup>-1</sup> de e.a. e com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. Após três dias da dessecação, antes do corte das plantas de cobertura, determinou-se a produtividade de FS; coletaram-se a parte aérea das plantas de cobertura em duas linhas de um metro, dentro da área útil das parcelas. O corte das plantas foi realizado rente à superfície do solo. Todo o material verde foi colocado em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C até estabilização da massa, sendo as quantidades extrapoladas em kg ha<sup>-1</sup>. Após a avaliação da FS, o restante das plantas deixadas no campo foi cortado por uma roçadora.

Para avaliação da decomposição, coletou-se as palhadas de milho e guandu-anão após a operação de roçagem. Em seguida, todo o material vegetal cortado foi seco em estufa

de ventilação forçada a 65 °C até a estabilização da massa. Acondicionou-se a FS das plantas de cobertura em bolsas de decomposição “Litter bags”, confeccionadas de nylon com malha de 2 mm e dimensões de 0,2 x 0,2 m, perfazendo 0,04 m<sup>2</sup>. A quantidade de palhada utilizada para o preenchimento de cada bolsa foi proporcional à produtividade de FS por hectare. No campo, as “Litter bags” foram distribuídas ao longo da área central das parcelas e colocadas sobre a superfície, em contato direto com o solo, após o plantio mecanizado do feijoeiro, realizado em 14/06/2011. No decorrer do cultivo do feijoeiro, aos 10; 20; 30; 40; 50; 60 e 70 DAC retirou-se uma “Litter bag” por unidade experimental a fim de avaliar o remanescente de palha no seu interior. Para isso, foi coletada a palhada de dentro de cada “Litter bag”, limpa em peneira e determinada a massa seca, após secagem em estufa a 65 °C até massa constante.

A cultivar de feijoeiro utilizada foi IPR Colibri (carioca), de ciclo precoce e porte ereto. A densidade de plantio foi de 12 sementes por metro, almejando uma população de 240 mil plantas por hectare. As sementes foram tratadas simultaneamente, com o fungicida carboxila (60 g) + thiram (60 g) e com inseticida tiametoxam (210 g) para cada 50 kg de sementes. Na semeadura, aplicaram-se 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-30-16 (NPK). Em cobertura, foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, tendo como fonte a ureia, no estágio fenológico V3. A aplicação do adubo nitrogenado foi realizada manualmente, sendo depositado sobre a superfície do solo e ao lado das plantas, a aproximadamente

10 cm. As irrigações foram efetuadas por meio de sistema de aspersão pivô-central. Realizou-se o manejo da irrigação com tanque Classe A, instalado ao lado da área experimental. Foram efetuadas irrigações sempre que a evapotranspiração da cultura (ETc) acumulada atingia 17,6 mm, lâmina predefinida inicialmente após confecção da curva característica de retenção de água do solo.

A colheita do feijoeiro, de modo manual, foi realizada em 16/09/2011, sendo avaliadas, em dez plantas representativas da área útil da parcela, as seguintes variáveis: número médio de vagens por planta; número médio de grãos por vagem, em amostra de 20 vagens; massa de 100 grãos em duplicata. A trilhagem dos grãos foi obtida de modo mecânico, em que se determinou a produtividade do feijoeiro pesando-se a quantidade de grãos da área útil e extrapolando para kg ha<sup>-1</sup>. A massa dos grãos foi padronizada para 13% de umidade.

Os dados de produtividade de FS de milho e guandu-anão e os componentes da produção e produtividade de grãos do feijoeiro foram analisados pelo teste t (Student). Já os dados de decomposição das palhadas foram analisados pela técnica de regressão. As análises estatísticas foram realizadas no software R<sup>®</sup> (R CORE TEAM, 2013), e os gráficos plotados no software SigmaPlot<sup>®</sup>10 (JANDEL SCIENTIFIC, 1999).

## RESULTADOS

O guandu-anão e milho obtiveram produtividade de fitomassa seca (FS) acima de 6 Mg ha<sup>-1</sup>, não se diferenciando significativamente pelo teste t (Tabela 2).

Tabela 2 – Produtividade de fitomassa seca (FS) das plantas de cobertura, com corte das plantas após 120 dias da semeadura. Urutaí, Goiás, 2011

Tabela 2 – Dry phytomass production (FS) for cover crops, to cut the plants after 120 days after planting. Urutaí, Goiás state, 2011

Plantas de cobertura	Fitomassa seca (Mg ha <sup>-1</sup> )
Guandu-anão	7,4
Milho	6,2
Teste t (Student)	1,4635 <sup>ns</sup>
p-valor	0,1937

<sup>ns</sup>Não significativo pelo teste t (Student) a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>Not significant by the t (Student) test at 5% probability.

A palhada do guandu-anão apresentou menor percentual de fitomassa remanescente quando comparado a palhada do milho (Tabela 3). Em média (todas as épocas de avaliação), o remanescente foi de 75 e 81% para a palhada de guandu-anão e milho, respectivamente. A interação

Tabela 3 – Fitomassa remanescente (%) em função da planta de cobertura e época de avaliação, durante o cultivo irrigado do feijoeiro, cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás, 2011

Tabela 3 – Straw decomposition (%) for cover crops and evaluation time, during the irrigated bean crop, cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás state, 2011

Tratamentos	Fitomassa remanescente
	%
Planta de cobertura (PC)	
Guandu-anão	75 b
Milho	81 a
Teste F (p-valor)	0,0013**
CV (%)	2,33
Épocas de avaliação – EA (DAS)	
0	100
10	90
20	82
30	77
40	73
50	71
60	68
70	65
Teste F (p-valor)	0,0000**
CV (%)	2,14
Teste F (PC x EA)	0,0000**

\*\*Significativo a p < 0,01 pelo teste F.

\*\*Significant at p < 0.01 by the F test.

entre os fatores, plantas de cobertura e épocas de avaliação foi significativa pelo teste F. Em razão disso, estudaram-se as variações da decomposição das palhadas de guandu-anão e milho dentro de cada época avaliada (Tabela 4).

Em relação ao processo de decomposição das palhadas no campo, o desdobramento da interação dos fatores, plantas de cobertura e épocas de avaliação indicam menor decomposição da palhada de milho que do guandu-anão dentro de cada época avaliada (Tabela 4). Ainda observou-se que até 70 DAC houve um remanescente de 61% para a palhada de guandu-anão, enquanto para o milho foi de 69%.

Aos 10 DAC, verificou-se perda de 14% da palhada do guandu-anão, enquanto que na do milho essa perda ocorreu aos 20 DAC. Dentro das épocas 30, 40 e 50 DAC, observou-se que a diferença entre os percentuais de decomposição da palhada das plantas de cobertura foi próxima, da ordem de 3, 3 e 5% respectivamente. Já dentro das épocas de 60 e 70 DAC, essa diferença passou a crescer, sendo da ordem de 7 e 8% respectivamente (Tabela 4).

As palhadas remanescentes de guandu-anão e milho em função das épocas de avaliação foram descritas por

modelo exponencial (Figura 2). Para a palhada de guandu-anão o ajuste foi feito pela a equação:  $\hat{Y} = 94,38 e^{-0,0067t}$ , enquanto que para palhada do milho a equação:  $\hat{Y} = 97,70 e^{-0,0057t}$ .

Os coeficientes da equação exponencial ( $P_0$ ,  $k$ ,  $R^2$  e  $T^{1/2}$ ) para as plantas de cobertura estão apresentados na Tabela 5. Para o guandu-anão, estimou-se o valor de 6.984 kg ha<sup>-1</sup> (palhada  $P_0$ ) no tempo inicial, e em 4.356 kg ha<sup>-1</sup>, aos 70 DAS. A constante

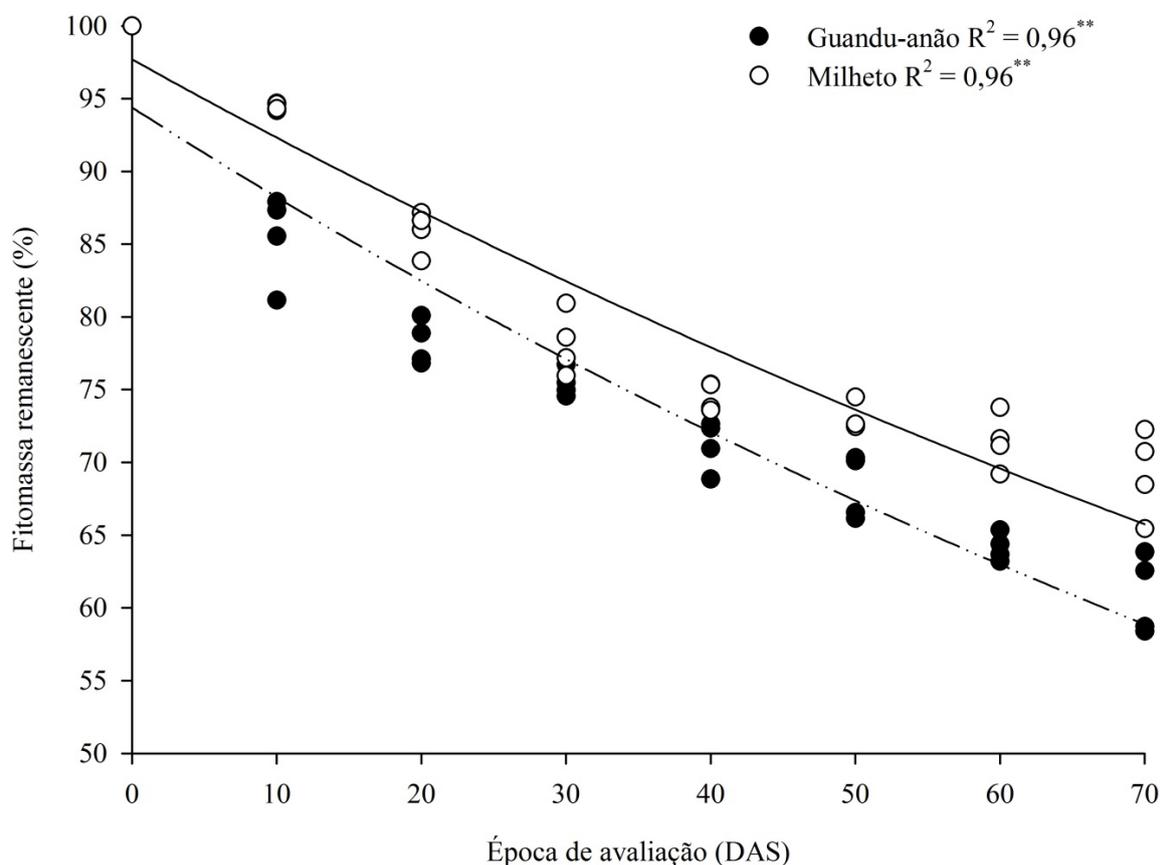
**Tabela 4** – Percentual de fitomassa remanescente das plantas de cobertura em função das épocas de avaliação, durante o cultivo irrigado do feijoeiro, cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás, 2011

*Tabela 4* – Straw decomposition percentage of dwarf cover crops in function the evaluation periods during the irrigated bean crop, cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás state, 2011

Planta de cobertura	Épocas de Avaliação (DAS)							
	0	10	20	30	40	50	60	70
	Fitomassa remanescente (%)							
Guandu-anão	100 a	86 b	78 b	75 b	71 b	68 b	64 b	61 b
Milho	100 a	94 a	86 a	78 a	75 a	73 a	71 a	69 a

Médias seguidas por letras diferentes nas columnas diferem entre si a  $p < 0,05$  pelo teste de Tukey

Means followed by different letters in the columns differ at  $p < 0.05$  by the Tukey test.



**Figura 2** – Percentual de fitomassa remanescente das plantas de cobertura, durante o cultivo irrigado do feijoeiro cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás, 2011.

*Figure 2* – Straw decomposition percentage for cover crops during the irrigated common bean crop, cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás state, 2011.

de decomposição ( $k$ ) foi de  $0,0067 \text{ g g}^{-1}$  e tempo de meia-vida de 103 dias após o corte. Em relação ao milheto, estimou-se o valor de  $6.057 \text{ kg ha}^{-1}$  (palhada  $P_0$ ) no tempo inicial, e em  $4076 \text{ kg ha}^{-1}$ , aos 70 DAS. A constante de decomposição ( $k$ ) foi de  $0,0057 \text{ g g}^{-1}$ , sendo o tempo de meia-vida de 122 dias.

O desempenho agrônomo do feijoeiro cv. IPR Colibri foi avaliado em sucessão as palhadas de guandu-anão e

milheto. Sobre isso, verificou-se que os componentes da produção e produtividade de grãos foram semelhantes, não diferindo das palhadas utilizadas (Tabela 6). O feijoeiro mostrou-se com número médio de 16,60 vagens por planta, na qual foram constatados, em média, 5,15 grãos por vagem; com massa média de 26,35 g para cada 100 grãos e produtividade média de  $3.845 \text{ kg ha}^{-1}$ .

**Tabela 5** – Coeficientes da equação de regressão,  $P = P_0 \exp(-k t)$ , e meia-vida ( $T^{1/2}$ ) para decomposição da fitomassa seca das plantas de cobertura, durante o cultivo irrigado do feijoeiro cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás, 2011

*Tabela 5 – Coefficients of the regression equation,  $P = P_0 \exp(-k t)$ , and half-life ( $T^{1/2}$ ) for decomposition of the dry phytomass of cover crops during the irrigated common bean cv. IPR Colibri. Urutaí, Goiás state, 2011*

Planta de cobertura	Po	k	$T^{1/2}$	R <sup>2</sup>
	kg ha <sup>-1</sup>	g g <sup>-1</sup>	dias	
Guandu-anão	6.984	0,0067	103	0,96**
Milheto	6.057	0,0057	122	0,96**

\*\*Significativo a  $p < 0,01$ .

\*\*Significant at  $p < 0,01$ .

**Tabela 6** – Componentes da produção e produtividade de grãos do feijoeiro cv. IPR Colibri cultivado em sucessão as palhadas de plantas de cobertura. Urutaí, Goiás, 2011

*Tabela 6 – Production components and grain yield in the common bean, cv. IPR Colibri, grown in succession for cover crops straws. Urutaí, Goiás state, 2011*

Planta de cobertura	Vagens por planta	Grãos por vagem	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
	n°	n°	g	kg ha <sup>-1</sup>
Guandu-anão	16,40	4,97	26,28	3.650
Milheto	16,80	5,42	26,43	4.039
Teste t (Student)	0,3352 <sup>ns</sup>	1,9261 <sup>ns</sup>	0,0862 <sup>ns</sup>	1,2233 <sup>ns</sup>
p-valor	0,7488	0,1023	0,9340	0,2670

<sup>ns</sup>Não significativo pelo teste t (Student) a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>Not significant by the t (Student) test at 5% probability.

## DISCUSSÃO

O potencial de produtividade de fitomassa seca (FS) é um dos principais aspectos agrônômicos que define a escolha da planta de cobertura (NUNES *et al.*, 2006; CARNEIRO *et al.*, 2008). No presente estudo, o guandu-anão e o milheto demonstraram produtividade de FS semelhante e acima de  $6 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Tabela 2). De acordo com Teodoro *et al.* (2011), há necessidade de produzir de 6 a  $12 \text{ Mg ha}^{-1}$  de FS para cobrir eficientemente a superfície do solo, em condições

de Cerrado. Portanto, a produtividade de FS do guandu-anão e milheto foram acima do valor limite preconizado.

A alta produtividade de FS das plantas de cobertura é explicada pela ocorrência de chuvas durante o desenvolvimento das culturas, principalmente no mês de março (Figura 1). Por outro lado, a produtividade semelhante, provavelmente, está relacionada com o período do estudo, favorecendo o guandu-anão. Aos 70 DAS, as plantas de guandu-anão ainda estavam em pleno florescimento, enquanto que as plantas de milheto estavam

em fase de senescência, com queda de folhas. Tal hipótese é confirmada pelo estudo de Carvalho *et al.* (2015), que verificaram diferenças na produção de fitomassa seca em razão do período de cultivo, sendo que na floração o guandu 'BRS mandarim' (*Cajanus cajan*) e o milho 'BR05' (*Pennisetum glaucum*) apresentaram produtividade superior em 32 e 28%, respectivamente, quando comparado ao corte das plantas realizado na maturação fisiológicas das plantas.

Considerando que a produtividade de FS obtidas pelo guandu-anão e milho foi adequada para região do Cerrado, esses valores contrapõem a outros estudos desenvolvidos na região, em que foram constatadas produtividades inferiores para essas duas espécies (KLIEMANN *et al.*, 2006; CALVO *et al.*, 2010; TORRES *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015). Entretanto, também existem relatos de produtividades superiores de FS (CARNEIRO *et al.*, 2008; RODRIGUES *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2015). A diferença dos resultados nas regiões de Cerrado, em parte está relacionada às diferenças de época de semeadura, manejo, do volume de chuvas no decorrer do crescimento e do desenvolvimento das plantas de cobertura.

A percentagem de fitomassa remanescente das plantas de cobertura foi diferenciada entre as espécies com menor remanescente da palhada do guandu-anão em comparação com a do milho (Tabela 3). Também, dentro de cada época de avaliação, observou-se que a decomposição da palhada de guandu-anão foi maior em relação à palhada de milho (Tabela 4), que por sua vez demonstrou maior persistência sobre a superfície do solo.

Souza *et al.* (2010) relataram que um dos fatores regulatórios da decomposição, refere-se a composição química da palhada. Dessa maneira, relaciona-se a maior durabilidade da palhada quando há alta relação de C/N e lignina/N (COSTA *et al.*, 2015a). Pode-se especular que a maior persistência da palhada do milho está associada a compostos recalcitrantes à decomposição. Nos trabalhos de Kliemann *et al.* (2006) e Leite *et al.* (2010), os autores destacaram que a persistência da palhada de milho foi atribuída a composição do material; com elevados teores de lignina e celulose, além da alta relação C/N, tornando-a mais resistente à ação dos microrganismos.

Os resultados da taxa de decomposição das palhadas em razão do tempo foram descritas pelo modelo exponencial de dois parâmetros (Figura 2). Esse modelo matemático também foi utilizado em outros estudos (ROSSI *et al.*, 2013; NASCENTE *et al.*, 2014; TORRES *et al.*, 2014). Observou-se com a decomposição da palhada de guandu-anão, maior perda de fitomassa seca aos 10 DAC, o que é explicado pela elevada decomposição das folhas. Por outro lado, o milho demonstrou maior perda de fitomassa seca aos 20 DAC, apontando maior durabilidade da palhada. A pequena diferença de decomposição a partir dos 30 DAC é explicada pela presença de ramos e caules lignificados na palhada do guandu-anão.

Os valores obtidos para a constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ( $T^{1/2}$ ) para as plantas de cobertura

foram diferentes, sendo que o guandu-anão apresentou maior valor de K e, conseqüentemente, menor tempo de meia-vida (Tabela 5). Dessa maneira, tais resultados indicam a menor persistência da palhada do guandu-anão em comparação com do milho. Em estudo conduzido por Torres *et al.* (2008), as palhadas de guandu-anão e milho apresentaram, respectivamente, um  $T^{1/2}$  de 101 e 115 dias, semelhante ao encontrado neste estudo. Boer *et al.* (2008) e Torres *et al.* (2014) também encontraram maior persistência do milho em razão do maior  $T^{1/2}$ . Por outro lado, Nascente *et al.* (2014) verificaram que a palhada com menor  $T^{1/2}$  foi a do milho, sendo necessários 52 dias para decompor 50% da palhada inicial. Esse comportamento pode estar relacionado ao potencial de acumulação de nitrogênio por essa gramínea. De acordo com Nascente e Crusciol (2013), a alta taxa de decomposição do milho pode ser justificada pelo elevado teor de nitrogênio no limbo foliar. Contudo, além da composição da palhada, as condições edafoclimáticas podem influenciar decisivamente, alterando a velocidade com que a palhada é decomposta, a nível local.

Nesse contexto, a decomposição da palhada das plantas de cobertura é acompanhada da liberação de nutrientes, favorecendo a cultura em sucessão se implantada imediatamente após o manejo. Cabe destacar que a palhada de guandu-anão e milho não demonstraram efeito alelopático ao desenvolvimento do feijoeiro cv. IPR Colibri, não havendo problemas para o uso dessas duas espécies como formadoras de palhada. Com relação ao desempenho agrônomo da cultura, o feijoeiro não apresentou diferenças para o número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de 100 grãos e produtividade de grãos (Tabela 6). Acredita-se que os benefícios físicos, químicos e biológicos das duas palhadas no solo foram semelhantes para o feijoeiro em sucessão. Silveira *et al.* (2005) também verificaram no feijoeiro cv. Pérola que os componentes da produção e a produtividade foram semelhantes em sucessão a palhada de guandu-anão e milho.

A produtividade média obtida do cultivar IPR Colibri foi de 3.845 kg ha<sup>-1</sup>, indicando que o cultivo na palha de guandu-anão ou milho são boas opções de culturas antecessoras à cultura do feijoeiro. Dessa maneira, preconiza-se a utilização de guandu-anão e milho como plantas fornecedoras de palhada, e o cultivo do feijoeiro logo após o manejo das plantas, em sistemas de produção irrigado.

## CONCLUSÕES

O guandu-anão e o milho apresentam produtividade de fitomassa seca semelhante;

A palhada do milho sob cultivo do feijoeiro irrigado demonstra maior persistência na superfície do solo;

O feijoeiro cv. IPR Colibri apresenta desempenho agrônomo semelhante nas sucessões com guandu-anão ou milho, cujas palhadas são benéficas para a cultura.

## LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2014.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; FILHO, A. C.; PIRES, 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, p. 843-851, 2008.
- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v. 69, p. 77-86, 2010.
- CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v. 67, p. 455-462, 2008.
- CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 551-561, 2015.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 818-829, 2015a.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; CAVASANO, F. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Produtividade da soja sobre palhada de forrageiras semeadas em diferentes épocas e alterações químicas no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, p. 8-16, 2015b.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- JANDEL SCIENTIFIC. Sigmaplot - Scientific graphing software transforms & curve fitting: revision SPW 5.0. San Rafael. 1999. CD ROM.
- KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006.
- LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 29-35, 2010.
- MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C. M.; YANO, É. H.; PEREIRA, F. C. B. L. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 183-193, 2015.
- NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops affecting levels of ammonium and nitrate in the soil and upland rice development. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 2189-2202, 2013.
- NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C.; STONE, L. F. Straw degradation and nitrogen release from cover crops under no-tillage. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 166-175, 2014.
- NUNES, U. R.; JÚNIOR, V. C. A.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 943-948, 2006.
- 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**, v. 46, p. 17-25, 2011.
- R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 21 jul. 2016.
- RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V.; BUZZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v. 59, p. 380-385, 2012.
- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. P.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 1523-1534, 2013.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 377-381, 2005.

SOUZA, A. P.; LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; GUERRA, J. G. M.; ANDRADE, I. P. S.; ROCHA, H. S. Influência da decomposição de diferentes resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação no comportamento da vegetação espontânea. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 317-324, 2010.

TEODORO, R. B. OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 635-643, 2011.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; e FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; 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**, v. 27, p. 247-253, 2014.