

# PRODUÇÃO DE BIOMASSA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ADUBOS VERDES CULTIVADOS NO VALE DO RIBEIRA

## BIOMASS PRODUCTION E CHEMICAL COMPOSITION OF GREEN MANURE CULTIVATED IN VALE DO RIBEIRA

**Juliana Domingues LIMA<sup>1</sup>; Ronaldo Kazuo SAKAI<sup>2</sup>; Michel ALDRIGHI<sup>3</sup>**

1. Professora, Doutora, Campus Experimental de Registro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Registro, SP, Brasil. judlima@registro.unesp.br; 2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando, Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, Itogress, Goiânia, GO, Brasil.

**RESUMO:** A contribuição da adubação verde com leguminosas para melhoria do solo e produção agrícola depende em primeiro lugar da produção de biomassa e da sua composição química, que variam em função da espécie, região e estação de cultivo. Objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição química da biomassa produzida por adubos verdes no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. Para tal, foi conduzido um experimento em Pariquera-Açu-SP, no ano agrícola 2006/2007, em blocos casualizados, com quatro tratamentos (três adubos verdes e vegetação espontânea) e cinco repetições. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura, foram coletadas amostras em 1 m<sup>2</sup> da parte aérea das plantas e determinada a matéria fresca e seca, bem como a composição da biomassa. Crotalária, guandu e mucuna produziram, em ordem decrescente, as maiores quantidades de biomassa e foram mais eficientes do que a vegetação espontânea. A biomassa produzida pelos adubos verdes apresentou qualidade superior à produzida pela vegetação espontânea. Crotalária e guandu apresentam maior proporção de matéria seca acumulada no caule que possui baixo teor de N, alta relação C/N e L/N, variáveis que tornam a decomposição dos resíduos mais lenta. A análise particionada da matéria seca permite indicação mais precisa da composição química dos resíduos e a previsão da disponibilidade dos nutrientes no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação verde. *Crotalaria juncea*. *Mucuna deeringiana*. *Cajanus cajan*. Qualidade do resíduo. Nitrogênio.

## INTRODUÇÃO

A adoção de sistemas de manejo conservacionistas e a sucessão de culturas com adubos verdes são práticas que visam preservar a qualidade do solo, sem impedir a obtenção de produtividade elevada em culturas de interesse econômico (CARVALHO et al., 2004).

Os resíduos de adubos verdes liberam macro e micronutrientes em formas lábeis que podem se tornar disponíveis para culturas subseqüentes, mediante a mineralização, dentre eles, principalmente o nitrogênio (N) (AMADO; MIELNICZUK; AITA, 2002). Liberam também compostos orgânicos que estimulam a formação e a estabilidade dos agregados do solo, melhorando a sua estrutura (SIX et al., 2002).

A contribuição da adubação verde com leguminosas para melhoria do solo e produção agrícola depende em primeiro lugar da produção de biomassa (que controla a ciclagem de nutrientes) e da sua composição química (que controla a decomposição dos resíduos e a liberação de nutrientes) (TIAN; KANG, 1998). Assim, para o eficiente aproveitamento dos nutrientes liberados e a máxima produtividade, deve haver sincronia entre a mineralização dos nutrientes dos resíduos do adubo

verde e a absorção pela cultura agrícola (COBO; BARRIOS, 2002).

A qualidade dos resíduos de adubos verdes tem sido definida em função dos teores de C, N, P, lignina, polifenóis, suas inter-relações (PALM; SANCHEZ, 1991; COBO; BARRIOS, 2002; DAIMON, 2006) e da associação com a taxa de decomposição (MENDONÇA; STOTT, 2003) e mineralização do N (PALM et al., 2001; COBO; BARRIOS, 2002). Alguns autores consideram também importante o teor de fibra em detergente ácido (FDA) dos resíduos, pois constitui a porção menos digerível da parede celular pelos microorganismos, sendo na sua quase totalidade constituídos por celulose e lignina (SILVA, 1990).

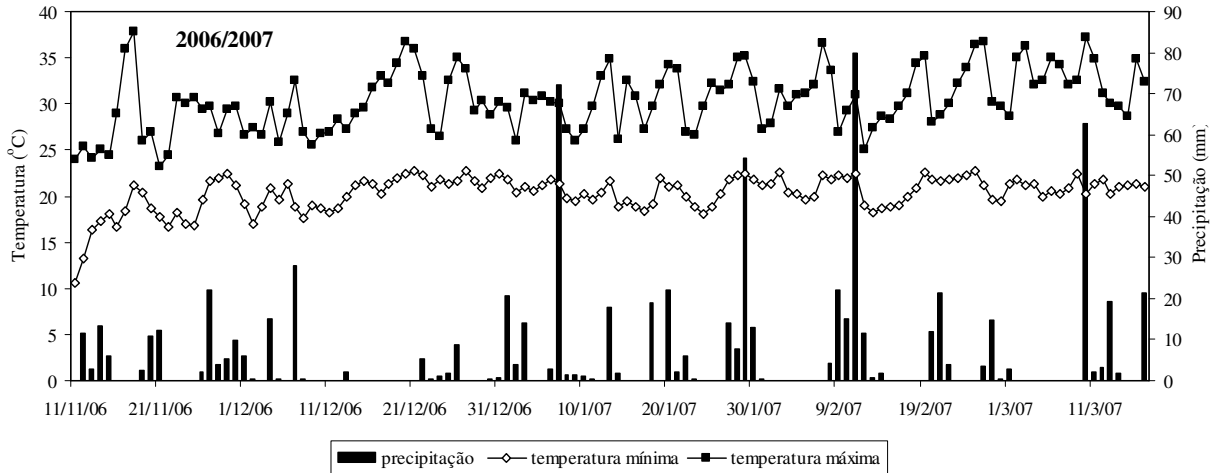
Considerando que a produção de biomassa do adubo verde e sua composição química (qualidade) variam em função da espécie, região e estação de cultivo (THÖNNISSEN, 2000), objetivou-se, com o presente estudo, avaliar quantitativamente e qualitativamente a biomassa produzida por adubos verdes no Vale do Ribeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Agência Paulista de Tecnologia e

Agronegócios, APTA, em Pariquera-Açu, SP (24°35' S, 47 50' W, 25 m de altitude) no ano agrícola 2006/2007. O clima da região, conforme Köppen, é tropical úmido Af (com transição para Cfa, sem estação seca definida). A precipitação total

no período experimental foi de 753,3 mm, a temperatura média de 25,3 °C, a temperatura média máxima de 30,3 °C e a temperatura mínima de 20,2 °C (Figura 1).



**Figura 1.** Elementos do clima durante os meses de cultivo no ano agrícola 2006/2007, em Pariquera-Açu, SP.

O solo predominante na área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média típico (EMBRAPA, 2006), para o qual foi realizada a análise química na camada 0-20 cm que apresentou os seguintes resultados: CaCl<sub>2</sub>, 4,8; teor de matéria orgânica, 24 g dm<sup>-3</sup>; P, 6,5 mg dm<sup>-3</sup>; K, 1,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca, 20 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg, 11 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S-SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 7,1 mg dm<sup>-3</sup>; H+Al, 45 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e Al, 3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos (três adubos verdes e vegetação espontânea) e cinco repetições. O solo foi preparado por meio de uma aração e duas gradagens e demarcadas 20 parcelas de 20 m<sup>2</sup>. Em 15 parcelas foi realizada a semeadura manual dos adubos verdes em 11/11/2006, utilizando, respectivamente, 500.000, 160.000 e 320.000 sementes ha<sup>-1</sup>, para crotalária (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), mucuna (*Mucuna deeringiana*) e guandu (*Cajanus cajan* cv. Kaki), mantendo-se 0,5 m nas entrelinhas. As cinco parcelas restantes foram mantidas para crescimento da vegetação espontânea (pousio), cuja frequência populacional, em ordem decrescente, foi *Amaranthus* > *Brachiaria decumbes* > *Bidens pilosa* > *Oxalis* sp > *Cenchrus echinatus* > *Ipomoea* sp. > *Senna* sp. > *Sida* sp. > *Ageratum* sp., *Digitaria* sp., *Emilia sanchifolia*, *Peschiera fuchsiaefolia*, que não diferiram entre si. Não foi feita calagem e adubação do solo.

Aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura foram coletadas amostras em 1 m<sup>2</sup> da parte aérea das plantas (caule e folha) e determinada a matéria fresca e seca, após secagem em estufa a 65 °C, até peso constante. Adicionalmente, aos 120 dias após a semeadura, momento no qual a crotalária e a mucuna atingiram cerca de 50%, de floração, parte do material seco, foi moído em moinho do tipo Willey e analisado quanto ao teor nitrogênio total (SARRUGE; HAAG, 1974), carbono orgânico (TEDESCO, 1995), teor de fibra e lignina (VAN SOEST, 1967) e polifenóis (ANDERSON; INGRAM, 1993; TELEK, 1989). A hemicelulose foi determinada pela diferença entre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA). O índice de qualidade do resíduo de planta (IQRP) foi calculado usando a equação IQRP = {1/[0,423\*C/N+ 0,439\*Lignina (%) + 0,138\*Polifenóis(%)]} x 100 estabelecida por Tian et al. (1995).

A análise estatística foi realizada no programa estatístico Sisvar 4.2 (FERREIRA, 2008). Inicialmente, os dados foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade de variância (teste de Cochran), que evidenciaram não ser necessária a realização de transformação. Posteriormente, foi realizada a análise da variância e aplicado o teste F, seguido da comparação de médias pelo teste de Tukey. As variáveis, acúmulo de matéria seca no caule e nas

folhas, cujas coletas de dados foram realizadas mensalmente, foram analisadas segundo o delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo, sendo as espécies vegetais distribuídas na parcela, e a época de coleta de material vegetal, na subparcela. Neste caso, os dados também foram submetidos à análise de regressão, sendo os modelos selecionados baseado na significância do teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de biomassa fresca e seca pelos adubos verdes foi mais elevada nos adubos verdes quando comparada com a vegetação espontânea (Tabela 1). Crotalária, mucuna, guandu e vegetação espontânea acumularam, 18,1; 9,9; 13,7 e 7,7 ton ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente. Os valores médios de produção de biomassa pelos adubos verdes foram próximos aos obtidos por Lima et al. (2010) para as mesmas espécies, no caso da crotalária e da mucuna, superiores aos obtidos por Bertin; Andrioli; Centurion, (2005), que foram, respectivamente, de 4,79 e 3,98 t ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Produção de matéria fresca e matéria seca média na parte aérea dos adubos verdes e vegetação espontânea aos 120 dias após a semeadura.

	MF <sup>a</sup>	MS <sup>b</sup>
	----- ton ha <sup>-1</sup> -----	
Crotalária	55,4	18,1
Mucuna	41,1	9,9
Guandu	49,8	13,7
Vegetação espontânea	39,9	7,7
Média	46,5	12,4
CV (%)	19,6	9,3
F	199,9**	68,6**

Médias com letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05); \*\* e \* = significativo a p≤0,01 e p≤0,05, respectivamente, pelo teste F; <sup>a</sup>MF = matéria fresca; <sup>b</sup>MS = matéria seca

Na parte aérea (Tabela 2), o guandu apresentou biomassa com mais elevado teor de C, quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 2). Os adubos verdes apresentaram teores mais altos de N na biomassa do que a vegetação

espontânea pelo fato destas espécies serem fixadoras de N, resultado já esperado e verificado em outros estudos (AMBROSANO; TRIVELIN; MURAOKA; 1997; RAMOS et al., 2001).

**Tabela 2.** Composição química dos resíduos da parte aérea dos adubos verdes e vegetação espontânea aos 120 dias após a semeadura.

	C <sup>a</sup>	N <sup>b</sup>	FDN <sup>c</sup>	FDA <sup>d</sup>	CEL <sup>e</sup>	HEM <sup>f</sup>	L <sup>g</sup>	PF <sup>h</sup>	C/N <sup>i</sup>	L/N <sup>j</sup>	PF/N <sup>l</sup>	IQRP <sup>m</sup>
	-----%-----											
crotalária	47,7 b	2,9 b	70,1 b	56,9 b	44,1 ab	13,2 b	6,1 c	1,2 c	16,4 c	2,1 c	0,1 c	10,2 a
a												
mucuna	45,9 b	3,1 ab	49,2 c	31,3 c	23,2 c	17,9 b	6,0 c	4,3 a	14,8 c	1,9 c	1,4 ab	10,4 a
guandu	79,2 a	3,7 a	70,2 b	54,1 b	37,5 b	16,1 b	13,2 b	4,1 a	21,4 b	3,5 b	1,1 b	6,4 b
veg. esp.	44,1 b	1,6 c	86,4 a	63,5 a	46,0 a	22,9 a	18,4 a	2,3 b	27,5 a	11,5 a	1,5 a	4,9 c
CV (%)	12,3	8,6	19,32	6,4	11,5	9,6	8,9	10,2	5,4	9,5	6,3	22,2
F	83,1*	13,2*	35,4*	76,3*	71,3**	12,6*	22,3**	9,1**	72,7*	12,3*	15,2*	13,1*
	*		*	*					*	*		

Médias com letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05); \*\* e \* = significativo a p ≤ 0,01 e p ≤ 0,05, respectivamente, pelo teste F; <sup>a</sup>C = carbono orgânico; <sup>b</sup>N = nitrogênio total; <sup>c</sup>FDN = fibra em detergente neutro; <sup>d</sup>FDA = fibra em detergente ácido; <sup>e</sup>CEL = celulose; <sup>f</sup>HEM = hemicelulose; <sup>g</sup>L = lignina; <sup>h</sup>PF = polifenóis; <sup>i</sup>C/N = relação carbono/nitrogênio; <sup>j</sup>L/N = relação lignina/nitrogênio; <sup>l</sup>PF/N = relação polifenóis/nitrogênio; <sup>m</sup>IQRP = índice de qualidade do resíduo de planta.

A relação C/N foi mais alta na vegetação espontânea, seguida do guandu e finalmente da crotalária e da mucuna, sem diferenças entre as últimas. Estabelecendo a relação 25/1 como o ponto de equilíbrio entre processos de imobilização e liberação do N pelos microorganismos (PAUL; CLARK, 1989), os adubos verdes teriam capacidade de liberar prontamente este nutriente no solo visto que apresentaram relação C/N abaixo do ponto de equilíbrio. Guandu apesar de ter apresentado teor de N alto, apresentou teor mais elevado de C, em média 70% mais alto que nos demais adubos verdes, o que explica a relação C/N (21,4) mais elevada entre os adubos verdes.

A vegetação espontânea apesar de não apresentar o teor de C mais elevado, apresentou o mais baixo teor de N, o que explica a relação C/N (27,5) mais alta entre todos os tratamentos. Mucuna e crotalária não diferiram quanto aos teores de C e N e, conseqüentemente, na relação C/N. Primavesi; Primavesi (1997) verificaram que a relação C/N na mucuna variou de 22 a 30 e na crotalária foi igual a 23, valores de que foram ligeiramente superiores aos encontrados neste estudo (Tabela 2). No entanto, foram próximos aos obtidos por Torres et al. (2005) para as mesmas espécies, de 18,1 e 16,6, respectivamente para mucuna e crotalária.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram mais altos na vegetação espontânea, seguida da crotalária e do guandu, que não diferiram entre si, e por último da mucuna (Tabela 2). No caso de FDN, os resultados obtidos na crotalária e no guandu concordam com os resultados de Nascimento; Silva (2004). Não houve diferença no teor celulose (CEL) entre vegetação espontânea e crotalária, e entre crotalária e guandu, tendo a mucuna apresentado o menor teor de CEL quando comparada com os demais resíduos. A hemicelulose foi mais abundante no resíduo da vegetação espontânea quando comparada aos adubos verdes. Os teores de lignina, de modo geral, mostraram o mesmo comportamento da relação C/N, foram mais elevados na vegetação espontânea, seguida do guandu, e finalmente da mucuna e crotalária, que não diferiram entre si. Em relação aos polifenóis, foram mais elevados na biomassa do guandu e da mucuna, seguido da vegetação espontânea e por fim da crotalária.

Quanto mais altos os teores de lignina, mais baixa é a velocidade de decomposição dos resíduos e mais lenta a liberação do N para o solo. Isso porque lignina tende a proteger mecanicamente a celulose da parede celular contra a degradação (MAFONGOYA; GILLER; PALM, 1997). Assim, a decomposição dos resíduos da vegetação espontânea

provavelmente será mais lenta comparada com os resíduos dos adubos verdes, devido aos teores mais elevados de lignina e relações C/N, L/N e PF/N também mais elevadas (Tabela 2). Os valores de polifenóis solúveis podem indicar a variabilidade da mineralização ou da imobilização do N (PALM; SANCHES, 1991), tendem também a proteger os resíduos da degradação por microorganismos. Assim, quanto maior os teores de polifenóis, maior seria a magnitude (tempo e quantidade) da imobilização do N.

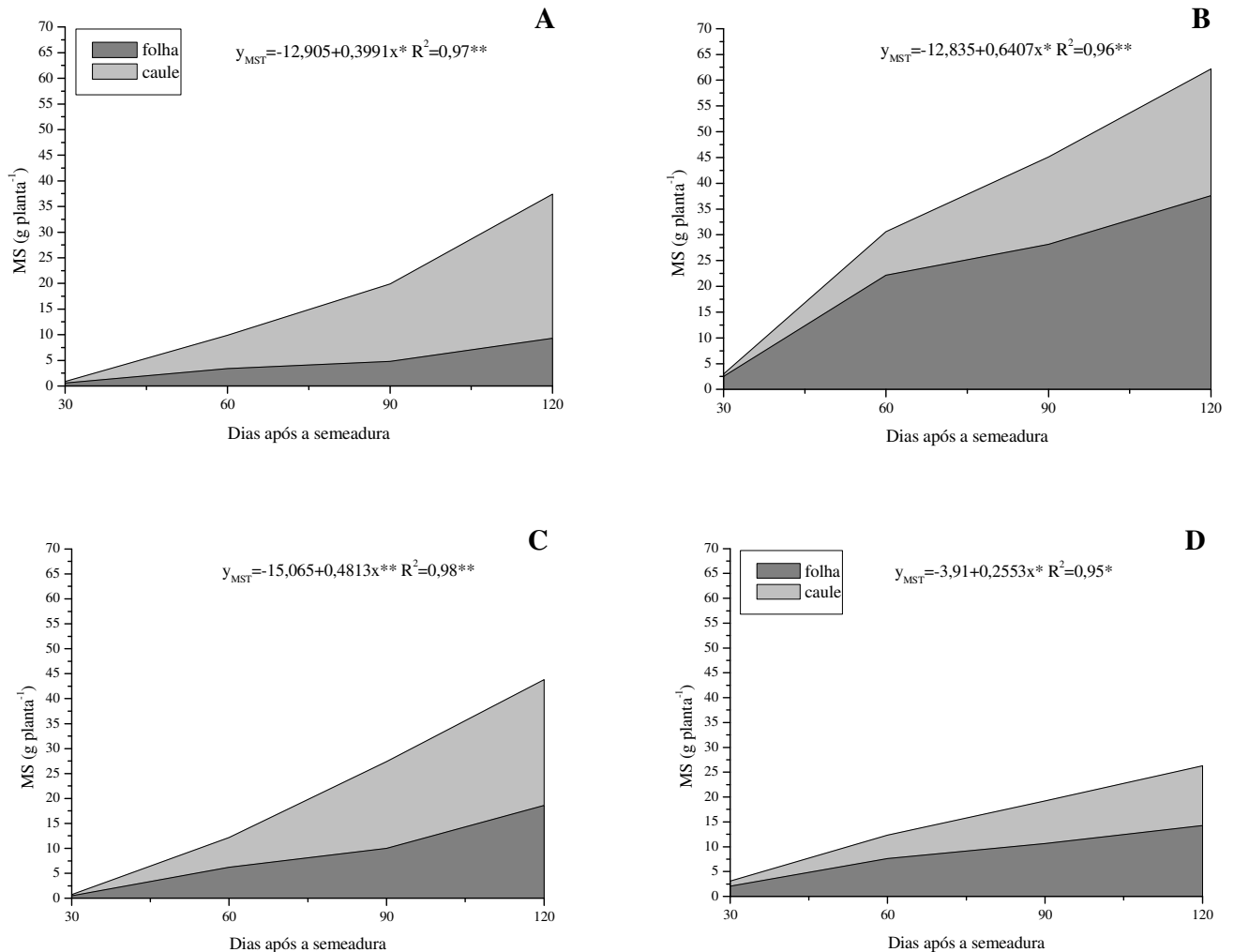
Dada a importância da relação C/N, dos teores de lignina e polifenóis, Tian et al. (1995) definiram matematicamente o índice de qualidade do resíduo de planta (IQRP), que visa à seleção de resíduos vegetais e a previsão do seu valor agrônomico, em relação a sua taxa de decomposição, teor de nutrientes liberados no solo, etc. Assim sendo, os resultados obtidos no presente trabalho indicam que os resíduos da crotalária e da mucuna possuem a mesma qualidade e, conseqüentemente a mesma velocidade de decomposição, mais rápida do que no guandu e na vegetação espontânea (Tabela 2). Considerando apenas IQRP, resíduos da vegetação espontânea apresentaram menor qualidade.

Tian e Kang (1998), no entanto, sugeriram que a análise da contribuição de cada espécie de adubo verde para nutrição da espécie agrícola sucessora deva ser baseada na matéria seca particionada e suas respectivas concentrações de nutrientes, o que permite uma estimativa mais precisa e a seleção da espécie mais apropriada. A acumulação de matéria seca no caule, nas folhas e total na parte aérea aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, foi mais elevada na mucuna quando comparada com os demais tratamentos (Figura 2).

O incremento da matéria seca total em função do tempo após a semeadura (30 a 120 dias), para as três espécies de adubo verde e vegetação espontânea, apresentou comportamento linear, ou seja, aumentou proporcionalmente com o decorrer do tempo de desenvolvimento das plantas e foi positivo. Aos 120 DAS, a matéria seca total foi de 37,43 g planta<sup>-1</sup> para crotalária, 62,19 g planta<sup>-1</sup> para mucuna, 43,81 g planta<sup>-1</sup> para guandu e de apenas 26,30 g planta<sup>-1</sup> para vegetação espontânea. A taxa média de crescimento absoluto, calculada com base na acumulação de matéria seca total por planta em cada uma das avaliações, foi 0,41, 0,66, 0,48 e 0,26 g dia<sup>-1</sup>, respectivamente, para crotalária, mucuna, guandu e vegetação espontânea. Isso mostra que, de fato, mucuna foi a espécie mais eficiente e teve crescimento mais rápido quando se avalia a comportamento das plantas individualmente. Sodré

Filho et al. (2004) também observaram que mucuna apresenta crescimento mais rápido quando comparada com guandu e crotalária. Contudo, devido a sua arquitetura, folhas maiores e mais

planas e hábito de crescimento prostrado, a densidade populacional recomendada é baixa ( $160.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ ), resultando em menor acúmulo de matéria seca por área (Tabela 1).



**Figura 2.** Acúmulo e distribuição da matéria seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) no caule e nas folhas dos adubos verdes e vegetação espontânea. A - crotalária, B - mucuna, C - guandu, D - vegetação espontânea.

Para crotalária e guandu, apesar dos valores de acumulação de matéria seca por planta serem mais baixos, a densidade populacional recomendada são mais elevadas de  $500.000$  e  $320.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ , respectivamente, concordando com o fato das duas espécies terem porte ereto e de guandu apresentar ramificações. Também apresentaram a menor proporção de matéria seca acumulada nas folhas, e conseqüentemente, maior acúmulo de matéria seca no caule. Mucuna mostrou comportamento inverso (Tabela 3).

A análise da composição química individual de folhas e caule indica diferenças marcantes (Tabela 3), também verificadas em

outros estudos com adubos verdes (COBO; BARRIOS, 2002; MENDONÇA; STOTT et al., 2003; SODRÉ FILHO et al., 2004; DAIMON, 2006). Em geral, a relação C/N e o teor de lignina foram mais elevados no caule que folha, devido a diferenças na morfologia e função destes órgãos (Tabela 3). O caule tem função de sustentação, e, portanto, apresenta células com maior teor de fibra (celulose e hemicelulose) e lignina. Folhas, órgãos de síntese, e por isso tendem a ter teores mais altos de N alocados em compostos como proteínas e pigmentos. Todos os adubos verdes apresentaram teor de N superior a 3,5% na folha, fato também observado por Palm et al. (2001) em leguminosas

do gênero *Cajanus*, *Mucuna* e *Crotalaria*, o que

também contribuiu para menor relação C/N.

Tabela 3. Características químicas dos adubos verdes aos 120 dias após a semeadura.

Parte da planta <sup>a</sup>	Espécie	MS (t ha <sup>-1</sup> )	N (%)	C/N	L (%)	PF (%)	L/N	IQRP (%)
folha	crotalária	4,5 b (0,25) <sup>b</sup>	5,2 a	8,4 c	5,9 d	1,2 d	1,2 c	15,8 a
	mucuna	5,9 a (0,60)	4,1 ab	5,0 d	8,5 c	9,1 a	2,1 c	14,1 a
	guandu	5,8 a (0,43)	3,8 b	12,1 b	13,1 b	7,2 b	3,5 b	8,3 b
	veg.esp.	4,2 b (0,54)	1,1 c	19,5 a	16,2 a	4,8 c	15,3 a	6,3 c
média		5,2	3,5	11,3	10,9	5,5	5,5	11,0
CV (%)		15,25	12,5%	4,9	5,7	17,1	20,2	10,3
F		8,90*	6,74**	260,4**	173,2**	72,5**	23,5**	115,9**
caule	crotalária	13,6 a (0,75)	1,2 bc	35,2 b	13,9 b	1,7 c	11,6 b	4,7 b
	mucuna	4,0 c (0,40)	2,6 a	30,1 c	10,8 c	6,5 a	4,1d	5,5 a
	guandu	7,8 b (0,57)	1,4 b	36,4 b	13,1 b	1,3 c	9,4 c	4,7 b
	veg.esp.	3,7 c (0,46)	1,0 c	48,4 a	23,5 a	2,8 b	24,4 a	3,2 c
média		7,3	1,5	37,5	15,4	3,1	12,4	4,4
CV (%)		10,7	8,3	6,5	13,4	15,0	11,2	8,5
F		139,5**	142,2**	17,0**	13,1*	129,7**	40,3**	6,4*

Médias com letras distintas na coluna, para as diferentes partes da planta, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); \*\* e \* = significativo a  $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ , respectivamente, pelo teste F; <sup>a</sup>Parte da planta: folha (limbo + pecíolo) e caule (caule + flores); <sup>b</sup>Proporção relativa dos resíduos folha e caule em relação à matéria seca total (folha+ caule) de cada espécie; N = nitrogênio; C/N = relação carbono/nitrogênio; L = teor de lignina (%); PF = teor de polifenóis; L/N = relação lignina/nitrogênio; IQRP = índice de qualidade do resíduo de planta.

A vegetação espontânea exibiu nas folhas o mais baixo teor de N, mais elevado teor de lignina, mais altas relações C/N e L/N e menor valor de IQRP neste órgão, entre todos os tratamentos. A biomassa acumulada no caule da vegetação espontânea apresentou também as maiores relações C/N e L/N, mais alto teor de lignina e, portanto, menor IQRP.

A utilização da crotalária na adubação verde permite a adição ao solo de grande quantidade de resíduos na forma de caule (13,6 ton ha<sup>-1</sup>), que possui valores mais altos de relação C/N e relação L/N, em comparação com os demais adubos verdes, bem como, IQRP baixo (Tabela 3). Isso indica uma decomposição mais lenta dos resíduos desta espécie, o que também pode prevenir perdas por volatilização ou lixiviação. De fato, crotalária também pode ser cultivada para produção de fibras extraídas do caule.

Palm et al. (2001) estudando diversos resíduos orgânicos para estabelecer um banco de dados para previsão da decomposição, observaram que quando a concentração inicial de N no resíduo orgânico incorporado ao solo é superior a 2,5% e o teor de lignina e polifenóis, respectivamente, inferior a 15% e 4%, o resíduo é considerado de boa qualidade e, portanto, não há imobilização do N, sua liberação no solo inicia-se a partir de 8 semanas e depende apenas da taxa de mineralização. Resíduos

com teor de N inferior a 2,5% terão parte do seu N imobilizado durante as primeiras 8 semanas. Assim, quando da utilização da crotalária, devido a maior proporção de relativa de matéria seca no caule, resíduo com teor de N inferior a 2,5% (Tabela 3), haverá imobilização de parte do N durante o período inicial de decomposição. A mesma resposta deve ser esperada quando guandu for utilizado na adubação verde, porém, em menor magnitude, diferente da mucuna que apresenta maior parte de resíduos (folha) com teor de N superior a 2,5%.

Cobo; Barrios (2002) observaram correlações negativas entre os teores de fibra (FDA e FDN) e lignina e relação C/N, L/N e PF/N do adubo verde com a disponibilidade de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N inorgânico total (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) no solo e absorção de N pela cultura do arroz às 2 e 8 semanas após o plantio. Contudo, as correlações entre relação C/N e PF/N e disponibilidade de N no solo foram positivas 20 semanas após o plantio. Isso significa resíduos de baixa qualidade (alta relação C/N, L/N e PF/N) requerem maior tempo para mineralização no solo e que este tempo pode ser previsto a partir do estudo da qualidade do resíduo. Cobo; Barrios (2002), sugeriram, então, que a adição de resíduos de baixa qualidade deve ser feita na superfície do solo antes da semeadura e de resíduos de alta qualidade durante períodos de alta demanda de N como, o florescimento. Estas práticas

Produção de biomassa...

LIMA, J. D.; SAKAI, R. K.; ALDRICHI, M

poderiam aumentar a eficiência do uso dos nutrientes do adubo verde e o potencial de sincronia, pela diminuição da perda e aumento da recuperação dos nutrientes pela cultura.

## CONCLUSÕES

Crotalária, guandu, mucuna e vegetação espontânea produzem, em ordem decrescente, as maiores quantidades de biomassa;

A biomassa produzida pelos adubos verdes tem qualidade superior à produzida pela vegetação espontânea;

Crotalária e guandu apresentam maior proporção de matéria seca no caule com alta relação C/N e L/N, o que torna a decomposição dos resíduos mais lenta quando comparado com a mucuna;

A análise particionada da matéria seca permite indicação mais precisa da composição química dos resíduos e a previsão da disponibilidade dos nutrientes no solo.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à APTA pela cessão da área experimental para realização deste estudo.

**ABSTRACT:** The contribution of green manure to soil improvement and crop production depends primarily on biomass production and its chemical composition, which vary depending on the species, region and growing season. The aim of this research was to evaluate the chemical composition of biomass produced by green manures in Vale do Ribeira, São Paulo, Brazil. In order to develop this research, was carried an experiment in Pariquera-Açu, in 2006/2007, in completely randomized blocks design with four treatments (three green manure and spontaneous vegetation) and five replications. At 30, 60, 90 and 120 after sowing samples were collected in 1m<sup>2</sup> of the shoots and determined fresh and dry, and chemical composition biomass. Sunhemp, pigeon pea and mucuna produced, in decreasing order, the largest quantities of biomass and were more efficient than the spontaneous vegetation. The biomass produced by green manure had higher quality than that produced by spontaneous vegetation. Sunhemp and pigeon pea have a higher proportion of dry matter in stems which have low N, high C/N and L/N ratio, variables indicating slow decomposition of residues. The analysis of dry matter partitioned to better indication of the chemical composition of the residues and the prevision of the availability of nutrients in the soil.

**KEYWORDS:** Green fertilization; *Crotalaria juncea*; *Mucuna deeringiana*; *Cajanus cajan*; Residue quality; Nitrogen.

## REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, n. 01 p. 241-248, 2002.

AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Técnica para marcação dos adubos verdes crotalária júncea e mucuna-preta, com <sup>15</sup>N para estudos de dinâmica do nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 01, p. 219-224, 1997.

ANDERSON, J. M.; INGRAM J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2. nd. Wallingford: CAB International, 1993. 221 p.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 03, p. 379-386, 2005.

CARVALHO, M. A. C. de; CARVALHO, M. A. C. DE; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. de Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1205-1211, 2004.

COBO, J. G.; BARRIOS, E. nitrogen mineralization and crop uptake surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic-ash soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 36, n. 36, p. 87-92, 2002.

- DAIMON, H. Traits of the genus *Crotalaria* used as a green manure legume on sustainable cropping systems. **JARQ: Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 40, n. 4, p. 299-305, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- LIMA, J. D.; SAKAI, R. K.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, M. Arranjo espacial, densidade e época de semeadura no acúmulo de matéria seca e nutrientes de três adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 04, p. 531-540, 2010.
- MAFONGOYA, P. L.; GILLER, K. E.; PALM, C. A. Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunnings and litter. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 38, n. 1-3, p. 77-97, 1997.
- MENDONÇA, E. S.; STOTT, D. E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 57, n. 2, p. 117-125, 2003.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. de F. da. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomassa de leguminosas para uso como cobertura de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 03, p. 947-949, 2004.
- PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 23, n. 1, p. 83-88, 1991.
- PALM, C. A.; GACHENGO, C. N.; DELVE, R. J.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. **Agriculture Ecosystems e Environment**, Amsterdam, v. 83, n. 1-2, p. 27-42, 2001.
- PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego, Academic Press, 1989. 273p.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. Caracterização qualitativa da matéria orgânica de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região de São Carlos, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS/EMBRAPA-CNPS, 1997. p. 160. 1 CD-ROM.
- RAMOS, M. G.; VILLATORO, M. A. A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops and the residual benefit to a subsequent maize crop using <sup>15</sup>N-isotope techniques. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 91, n. 2-3, p. 105-115, 2001.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/Depto. de Química, 1974. 56p.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165 p.
- SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S. M.; SA, J. C. de M.; ALBRECH, A. Soil organic matter, biota an aggregation in temperate and tropical soils: effect no-tillage. **Agronomie**, Les Ulis, v. 22, p. 755-775, 2002.
- SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 04, p. 237-334, 2004.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.



TELEK, L Determination of condensed tannins in tropical legume forages. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice, France. **Proceedings...** Versailles: Association Française pour la Production Fourragère, 1989, v. 02, p. 765–766.

THÖNNISSEN, C.; MIDMORE, D. J.; LADHA, J. K.; OLK, D. C.; SCHMIDHALTER, U. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures of tropical vegetable production systems. **Agronomy Journal**, Madison, n. 02, v. 92, p. 253-260, 2000.

TIAN, G., KANG B. T., BRUSSAARD, L. An index for assessing the quality of plant residues crop in the (sub-)humid tropics. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 02, n. 01, p. 25-32, 1995.

TIAN, G.; KANG, B. T. Effects of soil fertility and fertilizer application on biomass and chemical compositions of leguminous cover crops. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, Amsterdam, v. 51, n. 03, p. 231-238, 1998.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 609-618, 2005.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 01, p. 119-128, 1967.