

DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS EM LATOSSOLO SOB CULTIVO DE MILHO E PLANTAS DE COBERTURA⁽¹⁾

Arminda Moreira de Carvalho⁽²⁾, Mercedes Maria da Cunha Bustamante⁽³⁾, José Geraldo de Abreu Sousa Junior⁽⁴⁾ & Lúcio José Vivaldi⁽⁵⁾

RESUMO

A degradação dos solos pode ocorrer pelo seu preparo intensivo, combinado com monocultivos que produzem pequenas quantidades de resíduos vegetais com decomposição acelerada. O objetivo deste estudo foi avaliar a decomposição dos resíduos vegetais, em Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de milho em sucessão a plantas de cobertura, nos sistemas plantio direto e com incorporação desses resíduos. As espécies vegetais cultivadas em sucessão ao milho foram: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis* M. e Benth), guandu cv. Caqui (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC), girassol (*Helianthus annuus* L.), milheto BN-2 (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). A testemunha foi ausência de culturas em sucessão ao milho (vegetação espontânea). Sacolas de tela de náilon com dez gramas de matéria seca de cada espécie foram colocadas na superfície do solo e cobertas com resíduos vegetais. Durante as operações de preparo do solo e de aplicação de herbicida, as sacolas de serapilheira foram retiradas do campo e mantidas em câmara fria. Depois da semeadura do milho, essas sacolas foram reintegradas às respectivas subparcelas, colocadas em superfície, no sistema plantio direto, e enterradas a 10 cm de profundidade, quando sob o manejo com incorporação dos resíduos vegetais. As taxas de decomposição foram determinadas na seca (60 e 90 dias) e no período de chuva (180, 210 e 240 dias). Os resíduos vegetais de guandu, milheto, mucuna-cinza e vegetação espontânea apresentaram menores taxas de decomposição na maioria dos períodos avaliados. A incorporação dos resíduos vegetais acelerou o processo de

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora no Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília. Trabalho apresentado no XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007 (Gramado, RS).

⁽²⁾ Pesquisadora da Embrapa Cerrados, Distrito Federal. Caixa Postal 08223, CEP 73301-970, Planaltina-DF. E-mail arminda@cpac.embrapa.br

⁽³⁾ Professora do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília (UnB). CEP 70919-970, Brasília, DF. E-mail mercedes@unb.br

⁽⁴⁾ Pesquisador do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Piracicaba-SP. CEP 13400-970. Email: josegeraldojunior@hotmail.com

⁽⁵⁾ Professor do Departamento de Estatística da UnB. E-mail: vivaldi@unb.br

decomposição em relação à sua manutenção na superfície do solo no sistema plantio direto, exceto para o nabo forrageiro. O milho cultivado em sucessão ao feijão-bravo-do-ceará apresentou maior rendimento.

Termos de indexação: Cerrado, matéria orgânica, plantio direto, composição química, sacolas de serapilheira.

SUMMARY: DECOMPOSITION OF PLANT RESIDUES IN LATOSOL UNDER CORN CROP AND COVER CROPS

*Soil degradation occurs as a consequence of intensive preparation associated with monocropping systems with deposition of residues that are rapidly decomposed. The objective of this study was to investigate the decomposition rates of different cover plants residues in Latosol (Oxisol) under conventional and no-tillage systems. The cover plants (*Crotalaria juncea*, *Canavalia brasiliensis*, *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens*, *Helianthus annuus*, *Pennisetum glaucum*, *Raphanus sativus* and natural fallow, as a control) were used in a succession with maize. The cover plants were cut when flowering reached approximately 50 % and remained on the soil until the sowing of the maize. In the conventional system, plant residues were incorporated in subplots with plough. Litter bags with 10 g of dry matter of each species were placed on the soil surface and covered with plant residues to determine the decomposition rate along the dry (60 and 90 days of incubation) and wet seasons (180, 210 and 240 days of incubation) under both systems. During soil preparation and herbicide application before the sowing of maize, the remaining bags were removed from the field and kept in cold storage (0 °C). After the sowing of maize, these bags were returned to the respective subplots, either on the surface for the no-tillage treatment or buried at 10 cm depth when under the incorporation treatment. The lowest decomposition rates were found for residues of *Cajanus cajan*, *Pennisetum glaucum*, *Mucuna pruriens*, and natural fallow. Incorporation of plant residues accelerated the decomposition time, when compared to no-tillage system, except for *Raphanus sativus*. Maize yield was highest after the rotation with *Canavalia brasiliensis*.*

Index terms: Savanna, organic matter, no-tillage, chemical composition, litter bags.

INTRODUÇÃO

O uso de espécies vegetais tolerantes ao estresse hídrico e com decomposição mais lenta favorece a cobertura do solo e o fornecimento de nutrientes, principalmente N sob cultivo de leguminosas, refletindo na produtividade de culturas (Carsky et al., 1990; Burle et al., 1992; Amabile et al., 2000; Vargas et al., 2004; Carvalho et al., 2006).

A susceptibilidade dos resíduos vegetais à decomposição está associada à sua composição química quanto aos teores de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis e às relações entre constituintes como C/N, C/P, lignina/N, polifenóis/N e lignina + polifenóis/N (Rheinheimer et al., 2000; Aita & Giacomini, 2003; Espindola et al., 2006).

As transformações no processo de decomposição ocorrem geralmente na seguinte ordem: biodegradação rápida da maioria dos compostos hidrossolúveis e polissacarídeos, redução lenta de hidrossolúveis fenólicos e hemiceluloses e aumento relativo do conteúdo de ligninas e proteínas (Correia & Andrade, 1999).

Considerando a significativa área, aproximadamente 5,0 milhões de hectares em sistema plantio direto no bioma Cerrado, há necessidade de informações mais exatas sobre a dinâmica de decomposição de resíduos vegetais que refletirá no estabelecimento de cobertura do solo (Sodré Filho et al., 2004), nos estoques de C e demais nutrientes e na produtividade das culturas. O presente estudo teve como objetivo avaliar o processo de decomposição de resíduos vegetais de diferentes plantas de cobertura e seus efeitos no rendimento do milho em Latossolo Vermelho-Amarelo sob incorporação dos resíduos vegetais e plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

O sistema de cultivo em uso contínuo durante seis anos foi uma sucessão de milho e plantas de cobertura, na área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF em Latossolo Vermelho-Amarelo A

moderado textura argilosa fase Cerrado relevo plano (Reatto et al., 1998) e clima Tropical Estacional (Aw) (Quadro 1).

Quadro 1. Características físicas e químicas (média para n=20 amostras) para a profundidade 0 – 20 cm de Latossolo Vermelho-Amarelo, ano agrícola 1996/1997

Característica do solo	Média
Argila (g kg ⁻¹)	513
Silte (g kg ⁻¹)	186
Areia (g kg ⁻¹)	301
pH (H ₂ O)	6,2
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	23,6
Alumínio trocável (cmol _c kg ⁻¹)	0,01
Acidez potencial (H + Al): (cmol _c kg ⁻¹)	3,34
Soma de base (S): Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	3,4
Capacidade de troca catiônica: valor S + (H + Al) (cmol _c kg ⁻¹)	6,8
Saturação por bases ou valor V (%)	50
P _{Mehlich-1} (mg kg ⁻¹)	3,4

No estabelecimento do experimento (janeiro de 1997), efetuou-se uma adubação mineral a lanço com 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, 60 kg ha⁻¹ de K₂O como cloreto de potássio e 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes por meio do produto FTE BR-10. Aplicaram-se, ainda, 500 kg ha⁻¹ de gesso agrícola na área.

O milho foi cultivado em sistema plantio direto e com incorporação dos resíduos vegetais, utilizando uma aração e duas gradagens. As espécies vegetais cultivadas em sucessão ao milho, no experimento, foram as seguintes: crotalaria juncea (*Crotalaria juncea* L.), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis* M. e Benth), guandu cv. Caqui (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC), girassol (*Helianthus annuus* L.), milheto BN-2 (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). A testemunha foi ausência de culturas em sucessão ao milho (vegetação espontânea).

O delineamento experimental aplicado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas em três repetições. As espécies vegetais representaram as parcelas (12 x 30 m) e os tipos de manejo dos resíduos vegetais, as subparcelas (12 x 15 m). As plantas de cobertura foram semeadas diretamente sobre os restos culturais do milho.

Antes da semeadura do milho, aplicaram-se 3,0 L ha⁻¹ de glifosato na área sob plantio direto para dessecação das plantas daninhas e das culturas em sucessão que rebrotaram. Os resíduos vegetais foram incorporados com arado de discos nas subparcelas sob manejo com incorporação.

O milho foi semeado na estação chuvosa (7/11/2002), em espaçamento de 0,90 m e estande final de

55.000 plantas ha⁻¹. Aplicaram-se 20 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O no sulco de semeadura, além de 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura quando as plantas emitiram a sexta folha. A dose de N foi repetida quando a planta apresentou o oitavo par de folhas e na emissão da inflorescência feminina, totalizando 150 kg de ha⁻¹ N em cobertura.

Amostragens e determinação da decomposição dos resíduos vegetais

A amostragem para matéria seca, análise de nutrientes e fornecimento de material vegetal ao experimento de decomposição foi realizada com o corte das plantas rente ao solo (duas repetições de 1 m² por subparcela) no período compreendido entre o início e 50 % de floração, quando também foram roçadas. Para obter o peso da matéria seca, o material permaneceu em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até alcançar o peso constante, e uma pequena parte foi triturada, mineralizada e analisada.

Para determinar a velocidade de decomposição das plantas de cobertura, dez gramas do material vegetal de cada espécie, cortados na floração, foram secos em estufa a 65 °C durante 72 h, pesados e colocados em sacos de tela de náilon de malha de 2 x 2 mm e de dimensões de 20 x 20 cm. Essas sacolas de serapilheira foram colocadas na superfície sob uma camada de resíduos da espécie vegetal correspondente, num total de quinze em cada subparcela. Durante a estação seca, foram efetuadas duas avaliações, sendo a primeira realizada 60 dias depois da colocação das sacolas de serapilheira (9 e 22 de setembro) e a segunda, 90 dias (9 e 22 de outubro) após a colocação das sacolas no campo. Em cada avaliação, foram retiradas três unidades de cada subparcela.

Durante as operações de preparo do solo e de aplicação de herbicida, as sacolas de serapilheira foram retiradas do campo (início de novembro) e mantidas em câmara fria (temperatura de aproximadamente 0 °C). Depois da semeadura do milho, essas sacolas foram reintegradas às respectivas subparcelas (fim de novembro), colocadas em superfície, quando em plantio direto, e enterradas a 10 cm de profundidade quando sob o manejo com incorporação dos resíduos vegetais. A seguir, na estação chuvosa, as sacolas foram retiradas em janeiro (dias 9 e 22), fevereiro (dias 9 e 22) e março (dias 9 e 22).

O material retirado das sacolas foi pesado e, em seguida colocado em estufa a 65 °C por 72 h (matéria seca final). Depois de pesado e seco, foi queimado em mufla a 600 °C por um período mínimo de 8 h para se obter o conteúdo inorgânico final das espécies vegetais e do solo. O cálculo do índice de decomposição em cada época foi efetuado de acordo com Santos & Whitford (1981).

O teor de nutrientes (C, N e P) no material vegetal foi determinado após digestão nítrico-perclórica, sendo

o P analisado colorimetricamente e o N pelo método semimicro Kjeldahl. O C na planta foi obtido da determinação de matéria orgânica por combustão (Embrapa, 1997). As razões C/N e C/P foram calculadas em dois momentos: antes do início do processo de decomposição e aos 180 dias da colocação das sacolas de serapilheira no campo.

Quatro linhas de quatro metros de comprimento (milho) foram colhidas em cada subparcela para avaliar o rendimento de grãos, corrigindo-se a umidade para 13 %.

Análise estatística

A análise de variância foi aplicada para avaliar os efeitos das espécies vegetais (parcelas), dos tipos de manejo do solo (subparcelas) e do período de decomposição (subsubparcelas) ao experimento com dados repetidos ao longo do tempo. Aplicou-se o teste de comparações múltiplas de médias (Tukey-Kramer a 5 %) aos tratamentos e às interações que se mostraram significativas (SAS, 1999).

RESULTADOS

As plantas de cobertura diferenciaram-se em relação à produção de matéria seca ($F=83,47$; $p<0,0001$), teores de N ($F=67,60$; $p<0,0001$), teores de P ($F=67,60$; $p<0,0001$), e quantidades de N ($F=90,60$; $p<0,0001$) e de P ($F=10,04$; $p<0,0001$) acumuladas na parte aérea. O feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-cinza apresentaram rendimentos mais elevados de matéria seca, enquanto a vegetação espontânea, o nabo-forrageiro e o guandu apresentaram produção significativamente menor de matéria seca (Quadro 2). A crotalária júncea destacou-

se quanto aos teores e quantidades acumuladas de N e de P na parte aérea. Por outro lado, o feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-cinza acumularam quantidades significativamente mais elevadas de N, enquanto o nabo-forrageiro apresentou maiores teores e quantidades acumuladas de P (Quadro 2).

A razão C/N diferiu significativamente, tanto no material verde ($F=19,43$; $p<0,0001$) quanto nos resíduos vegetais ($F=4,36$; $p=0,0070$) em decomposição aos 180 dias do início da colocação das sacolas no campo. O milho e o girassol apresentaram valores de C/N mais elevados, enquanto a crotalária júncea apresentou a menor razão C/N do material verde. Considerando a razão C/N dos resíduos vegetais aos 180 dias, os maiores valores foram determinados em resíduos de crotalária júncea, nabo-forrageiro, guandu e milho. Os menores valores foram obtidos para feijão-bravo-do-ceará, mucuna-cinza e vegetação espontânea (Quadro 3).

A razão C/P do material verde ($F=81,8$; $p<0,0001$) e dos resíduos vegetais aos 180 dias ($F=9,70$; $p<0,0001$) também diferiu significativamente em mucuna-cinza, milho e feijão-bravo-do-ceará, que apresentaram os maiores valores, enquanto nabo-forrageiro, girassol e vegetação espontânea apresentaram os menores valores desses atributos. Os resíduos vegetais do guandu e da mucuna-cinza aos 180 dias do início do experimento apresentaram os valores de C/P significativamente mais elevados (Quadro 3).

Em relação à taxa de decomposição, foram observados efeitos significativos das espécies vegetais, dos tipos de manejo, do período de avaliação, das interações entre as espécies e os tipos de manejo, entre espécies e período de decomposição, os tipos de manejo e o período de decomposição e da interação entre esses três fatores (Quadro 4).

Quadro 2. Produção de matéria seca, teores e quantidades acumuladas de nitrogênio e fósforo na parte aérea das plantas de cobertura, ano agrícola 2002/2003

Planta de cobertura	Matéria seca		Nitrogênio		Fósforo	
	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹
Crotalária júncea	1706 (cd)	24,02 (a)	40,96 (a)	1,82 (ab)	3,00 (a)	0,79 (c)
Feijão-bravo-do-ceará	2958 (a)	17,73 (b)	50,72 (a)	0,79 (c)	2,35 (abc)	1,52 (bc)
Girassol	898 (e)	11,90 (de)	10,63 (b)	1,52 (bc)	1,36 (c)	1,09 (bc)
Guandu	1317 (ed)	15,16 (bcd)	19,99 (b)	1,09 (bc)	1,45 (bc)	0,87 (c)
Milheto	2103 (bc)	10,08 (e)	20,86 (b)	0,87 (c)	1,75 (bc)	0,79 (c)
Mucuna-cinza	2724 (ab)	16,12 (c)	43,81 (a)	0,79 (c)	2,14 (abc)	2,45 (a)
Nabo-forrageiro	1031 (ed)	17,74 (b)	18,32 (b)	2,45 (a)	2,57 (ab)	1,52 (bc)
Veg. espontânea	827 (e)	12,75 (cde)	10,70 (b)	1,52 (bc)	1,30 (c)	

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Quadro 3. Razões C/N e C/P do material verde (anteriores ao início da decomposição) e dos resíduos vegetais das plantas de cobertura aos 180 dias do início do experimento de decomposição, ano agrícola 2002/2003

Planta de cobertura	Razão C/N		Razão C/P	
	Material verde	Resíduo vegetal (180 dias)	Material verde	Resíduo vegetal (180 dias)
Crotalária juncea	21 (d)	28 (a)	300 (bc)	400 (b)
F. b. do ceará	30 (bcd)	17 (c)	630 (a)	380 (b)
Girassol	39 (ab)	24 (abc)	310 (bc)	270 (b)
Guandu	34 (bc)	26 (ab)	490 (ab)	610 (a)
Milheto	50 (a)	24 (abc)	640 (a)	340 (b)
Mucuna-cinza	32 (bcd)	20 (bc)	660 (a)	560 (a)
Nabo-forrageiro	26 (cd)	27 (ab)	190 (c)	300 (b)
V. espontânea	39 (ab)	21 (bc)	330 (bc)	350 (b)

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Quadro 4. Análise de variância da taxa de decomposição dos resíduos vegetais

FV	F	P
Espécies vegetais (E)	57,25	<0,0001
Tipo de manejo (M)	72,37	<0,0001
Período de avaliação (P)	1720,50	<0,0001
E x M	2,76	0,0439
E x P	8,54	<0,0001
M x P	2,78	0,0297
E x M x P	57,25	<0,0001

Na primeira avaliação, as sacolas de serapilheira foram retiradas no final da estação seca (9 e 22 de setembro), com precipitação pluvial acumulada de 35 mm no período de 60 dias e temperatura média de 21 °C (Figura 1). A diferença das taxas de decomposição entre os sistemas plantio direto e com incorporação começou a ser avaliada aos 180 dias, quando as sacolas de serapilheira já haviam sido enterradas, simulando a incorporação dos resíduos durante o preparo do solo para semeadura do milho. As diferenças significativas entre os manejos de resíduos vegetais da maioria das plantas de cobertura só apareceram aos 210 dias, com material incorporado ao solo sendo decomposto significativamente mais rápido que o não incorporado. Os resíduos vegetais do nabo forrageiro, entretanto, apresentaram decomposição significativamente mais rápida no sistema com incorporação no período anterior ao preparo,

igualando-se nos dois sistemas a partir de 180 dias (Quadro 5).

Aos 210 dias da colocação das sacolas de serapilheira, as taxas de decomposição dos resíduos vegetais de guandu, milheto, mucuna-cinza e vegetação espontânea foram significativamente inferiores, enquanto os resíduos de nabo-forrageiro, girassol e feijão-bravo-do-ceará apresentaram índices de decomposição mais elevados (Quadro 5).

A produtividade do milho foi maior quando em sucessão à do feijão-bravo-do-ceará e menor após nabo-forrageiro. Não houve efeito significativo dos sistemas de manejo dos resíduos vegetais sobre o rendimento da cultura (Quadro 6).

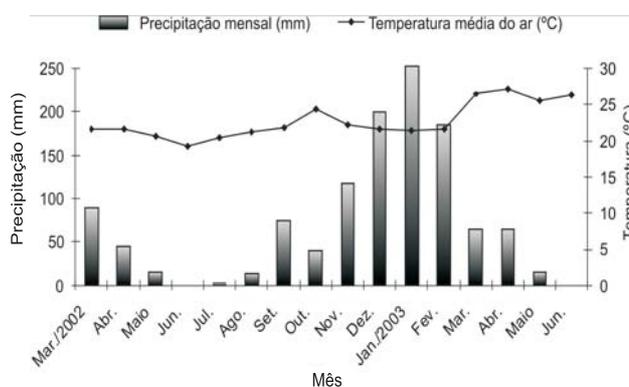


Figura 1. Distribuição das chuvas e temperatura média do ar, no ano agrícola 2002/2003, Planaltina, DF (estação meteorológica da Embrapa Cerrados).

Quadro 5. Proporção de resíduos decompostos, em sistemas plantio direto (PD) e com incorporação (Inc) ao solo, de acordo com o período de avaliação, ano agrícola 2002/2003

Espécie vegetal	60 dias		90 dias		180 dias		210 dias		240 dias	
	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc	PD	Inc
	%									
Crotalária juncea	16 (c)A	17 (c)A	33 (bc)A	39 (ab)A	69 (b)A	75 (a)A	80 (b)A	82 (bc)A	84 (a)A	91 (a)A
Feijão-bravo-do-ceará	28 (ab)A	29 (b)A	30 (bc)A	32 (bc)A	78 (a)A	75 (a)A	84 (ab)A	87 (b)A	86 (a)A	91 (a)A
Girassol	28 (ab)A	25 (b)A	53 (a)A	53 (a)A	76 (a)A	83 (a)B	87 (a)A	89 (b)A	89 (a)A	91 (a)A
Guandu	19 (c)A	17 (c)A	26 (c)A	27 (c)A	60 (c)A	61 (b)A	71 (c)A	77 (c)A	68 (c)A	83 (b)B
Milheto	32 (a)A	34 (ab)A	24 (c)A	26 (c)A	69 (b)A	71 (a)A	69 (c)A	80 (c)B	76 (ab)A	87 (a)B
Mucuna-cinza	28 (ab)A	27 (b)A	37 (b)A	37 (ab)A	69 (b)A	72 (a)A	71 (c)A	79 (c)B	72 (b)A	80 (b)B
Nabo-forrageiro	23 (bc)A	48 (a)B	52 (a)A	67 (a)B	81 (a)A	82 (a)A	85 (ab)A	91 (a)A	88 (a)A	92 (a)A
Veg. espontânea	25 (b)A	29 (b)A	30 (bc)A	33 (bc) A	69 (b)A	76 (a)B	74 (c)A	86 (bc)B	80 (ab)A	89 (a)B
Manejo	25A	28A	36A	39A	71A	75A	78A	84B	80A	88B

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Quadro 6. Rendimento de milho cultivado em sucessão às plantas de cobertura, ano agrícola 2002/2003

Espécie vegetal	Rendimento	
	kg ha ⁻¹	
Crotalária juncea	7537 (ab)	
Feijão-bravo-do-ceará	7906 (a)	
Girassol	7296 (ab)	
Guandu	7296 (ab)	
Milheto	7234 (ab)	
Mucuna-cinza	7426 (ab)	
Nabo-forrageiro	6489 (b)	
Vegetação espontânea	7193 (ab)	
Manejo	Com inc.	Plantio direto
	7222 A	7285 A

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

DISCUSSÃO

A estacionalidade de chuvas que caracteriza o clima do Cerrado dificulta o cultivo de plantas na entressafra, porém não impede sua decomposição, com índices de até 48 % para resíduos vegetais de nabo-forrageiro no intervalo de 60 dias da colocação das sacolas de serapilheira no campo no sistema com

incorporação (Quadro 5). A decomposição nesse período pode ter sido favorecida pelos eventos de chuva e pelas temperaturas elevadas (máximas de 25 °C em setembro) durante a estação seca e transição para o período de chuva (Burle et al., 1992; Amabile et al., 2000).

Os índices de decomposição significativamente mais elevados, obtidos no manejo com incorporação dos resíduos vegetais para a maioria das espécies, nas avaliações efetuadas em fevereiro e março (Quadro 5) resultaram do aumento da superfície de contato do material vegetal com o solo na presença de umidade (Figura 1). Possivelmente, esse maior contato favoreceu a ação biológica e a decomposição mais acelerada na estação chuvosa. De-Polli & Chada (1989) e Alcântara et al. (2000) atribuíram a decomposição acelerada dos adubos verdes à incorporação de seus resíduos comparativamente à sua manutenção sobre a superfície do solo. Já no caso do nabo-forrageiro, a decomposição mostrou-se bastante acelerada no início do processo (aos 60 dias), antes que os sistemas de preparo fossem implementados para a cultura do milho. É possível que as condições edáficas, estabelecidas ao longo dos seis anos no manejo com incorporação, em associação com características químicas do material vegetal dessa espécie, tenham favorecido a decomposição de seus resíduos. Depois de 180 dias, a decomposição desse material remanescente nas sacolas estabilizou-se, igualando-se nos sistema plantio direto e com incorporação dos resíduos vegetais (Quadro 5).

O nabo-forrageiro, juntamente com a crotalária juncea, está no grupo das espécies com a mais baixa razão C/N do material verde, o que também pode explicar essa decomposição bastante elevada no início do processo, sobretudo no manejo com incorporação dos resíduos. Por sua vez, a razão C/N dos resíduos vegetais

(aos 180 dias) dessas duas plantas de cobertura está entre as mais elevadas (Quadro 3). Tal mudança de comportamento entre a razão C/N do material verde e dos resíduos vegetais deve ser pela elevada concentração de N na parte aérea. A acentuada perda de N ao longo do tempo ocorreu, possivelmente, pela decomposição mais acelerada das folhas, já que, aos 180 dias, o nabo-forrageiro e a crotalária júncea estão entre as espécies de maiores índices de decomposição, juntamente com o girassol e feijão-bravo-do-ceará, principalmente, no sistema com incorporação dos resíduos vegetais (Quadro 5).

Os índices de decomposição do feijão-bravo-do-ceará e do guandu diferenciaram-se na maioria das avaliações, apresentando essas leguminosas diferenças quanto à razão C/N e C/P dos seus resíduos vegetais. Aos 210 dias, a decomposição dos resíduos vegetais da mucuna-cinza foi semelhante à do guandu, apesar de o comportamento dessas duas espécies ser diferenciado quanto à razão C/N (Quadros 3 e 5). Considerando as razões C/N e C/P do material verde, a mucuna-cinza assemelha-se mais ao feijão-bravo-do-ceará, sendo apenas a razão C/P de seus resíduos similar à do guandu (Quadro 3). Portanto, a razão C/N individualmente não representou bem o processo de decomposição dos materiais vegetais por não considerar a qualidade da fonte do C. Rheinheimer et al. (2000) descrevem que, além da razão C/N, a composição química e a razão C/P dos resíduos vegetais alteram o processo de decomposição. Carvalho (2005) e Carvalho et al. (2008) (in press) determinou percentagens significativamente maiores para carbonos aromáticos em material vegetal do guandu e da mucuna-cinza comparativamente ao feijão-bravo-do-ceará, contribuindo para explicar a decomposição mais lenta dos resíduos vegetais dessas leguminosas em relação à do feijão-bravo-do-ceará.

No ano agrícola desta pesquisa, as maiores produtividades do milho (Quadro 6) não foram obtidas em áreas sob uso do guandu e da mucuna-cinza, que apresentaram decomposição mais lenta dos resíduos vegetais. Esse comportamento corrobora resultados positivos da incorporação de resíduos vegetais sobre propriedades de fertilidade, às quais são atribuídas a decomposição mais acelerada, conseqüentemente, a liberação mais rápida de nutrientes (De-Polli & Chada, 1989; Alcântara et al., 2000), sobretudo, o N e o P limitantes nos solos de Cerrado (Carvalho et al., 1995). Porém, no sistema plantio direto, plantas como guandu, milheto e mucuna-cinza podem ser indicadas para cobertura do solo. Para reciclagem de nutrientes, deve-se recomendar o feijão-bravo-do-ceará, que apresentou maiores rendimentos de fitomassa e quantidades acumuladas de nitrogênio e fósforo.

CONCLUSÕES

1. Resíduos vegetais de guandu e de mucuna-cinza apresentaram decomposição mais lenta em relação aos de feijão-bravo-do-ceará, nabo-forrageiro e girassol.

2. A incorporação ao solo resultou na decomposição mais acentuada dos resíduos vegetais.

3. O feijão-bravo-do-ceará, com produção mais elevada de fitomassa e decomposição mais rápida, resultou em rendimento mais elevado de milho.

LITERATURA CITADA

- AITA, C. & GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. R. Bras. Ci. Solo, 27:601-612, 2003.
- ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A. & MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. Pesq. Agropec. Bras, 35:277-288, 2000.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L. & CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. Pesq. Agropec. Bras., 35:47-54, 2000.
- BURLE, M.L.; SUHET, A.R.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V.S.; PERES, J.R.R.; CRAVO, M.S.; BOWEN, W.; BOULDIN, D.R. & LATHWELL, D.J. Legume green manures: dry-season survival and the effect on succeeding maize crops. Raleigh, Tim McBride, 1992. 35p. (Bulletin, 92-04)
- CARSKY, R.J.; REID, W.S.; SUHET, A.R. & LATHWELL, D.J. Screening legume green manures as nitrogen sources to succeeding non-legume crops.III. Plant Soil, 128:275-282, 1990.
- CARVALHO, A.M. de; BUSTAMANTE, M.M.C. ; ALCÂNTARA, F.A. ; RESCK, I. S. ; LEMOS, S. S. Decomposition of plant residues in conventional and no-tillage systems in Central Brazil and their characterization by solid-state CPMA^s ¹³C NMR spectroscopy. Soil & Tillage Research, 2008 (in press).
- CARVALHO, A.M. & AMABILE, R.F. Plantas condicionadoras de solo: Interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A.M. & AMABILE, R.F., eds. Cerrado: adubação verde. Brasília, Embrapa Cerrados, 2006. p.143-170.
- CARVALHO, A.M.; FAGERIA, N.K.; KINJO, T. & PEREIRA, I.P. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos dos Cerrados. R. Bras. Ci. Solo, 19:61-67, 1995.
- CARVALHO, A.M. Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: Composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. Brasília, Universidade de Brasília, 2005. 199p. (Tese de Doutorado)
- CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.197-225.

- DE-POLLI, H. & CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solos de baixo potencial de produtividade. *R. Bras. Ci. Solo*, 13:287-293, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G. & URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:321-328, 2006.
- REATTO, A.; CORREIA, J.R. & SPERA, S.T. Solos do bioma Cerrado. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P., eds. Cerrado: Ambiente e flora. Brasília, Embrapa Cerrados, 1998. p.47-86.
- RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. & KAMINSKI, J. Depleção do fósforo inorgânico de diferentes frações provocada pela extração sucessiva com resina em diferentes solos e manejos. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:345-354, 2000.
- SANTOS, P.F. & WHITFORD, W.G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuazhuan ecosystem. *Ecology*, 62:654-663, 1981.
- SAS Institute. SAS/STAT: User's guide, version 8.1. Cary, 1999-2000. v.1. 943p.
- SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R. & CARVALHO, A.M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:327-334, 2004.
- VARGAS, M.A.T.; MENDES, I.C.; CARVALHO, A.M.; BURLE, M.L. & HUNGRIA, M. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E., eds. Cerrado: Correção do solo e adubação. Brasília, Embrapa, 2004. p.97-127.