

TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE ESPÉCIES DE COBERTURA EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO¹

Huberto José Kliemann², Antonio Joaquim Pereira Braga Braz³
e Pedro Marques da Silveira⁴

ABSTRACT

DECOMPOSITION RATES OF COVER CROP RESIDUES ON A DYSTROPHIC OXISOL

The experiment was conducted at Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás State, Brazil, on a dystrophic Oxisol under no-tillage system. The following species were used: Brachiaria, Brachiaria/corn consortium, pigeon pea, millet, guineagrass, sorghum, and Stylozanthos. The phytomass was cut, left on the soil and samples were collected, placed in nylon bags (litter bags), and periodically weighted to assess mass losses and decomposition rates, until 150 days after cutting. The relative losses of the residues, referred from the initial time to 150 days of decomposition, were in decreasing order: i) grasses – sorghum (80%) > guineagrass (64%) > millet (58%) > single Brachiaria (56%) and Brachiaria consortium (48%); and ii) leguminous – Stylozanthos (72%) > pigeon pea (65%). When the relative losses were projected to 360 days, the following order was found: i) grasses – sorghum and Brachiaria consortium (86%) > guineagrass (69%) > millet (65%) > single Brachiaria (62%); and ii) leguminous – Stylozanthos (83%) > pigeon pea (79%).

KEY WORDS: tropical grasses, tropical leguminous, no-till, cerrados.

RESUMO

O experimento foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás-GO, em Latossolo Vermelho Distrófico, sob plantio direto. Empregaram-se as seguintes espécies vegetais: braquiária, braquiária consorciada com milho, guandu, milheto, capim mombaça, sorgo e estilosantes. A fitomassa foi cortada, deixada sobre o solo e coletadas amostras, que foram acondicionadas em saquinhos de náilon. Periodicamente os saquinhos foram pesados, para avaliar as perdas de massa das palhadas e as taxas de decomposição, até os 150 dias após o corte. Em termos de perdas relativas de massa das palhadas aos 150 dias, tomando como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: i) gramíneas – sorgo (80%) > capim mombaça (64%) > milheto (58%) > braquiária em cultivo solteiro (56%) e consorciado (48%); e ii) leguminosas – estilosantes (72%) > guandu (65%). Quando as perdas relativas de massa são projetadas para 360 dias, tomando-se como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: i) gramíneas – sorgo e braquiária consorciada (86%) > capim mombaça (69%) > milheto (65%) > braquiária solteira (62%); e ii) leguminosas – estilosantes (83%) > guandu (79%).

PALAVRAS-CHAVE: gramíneas tropicais, leguminosas tropicais, plantio direto, cerrados.

INTRODUÇÃO

Entre as tecnologias agrícolas adotadas na região dos cerrados destaca-se o sistema plantio direto (SPD), implantado em seis milhões de hectares, com crescimento de 30% ao ano (Kluthcouski & Stone 2003). O sucesso do sistema está no fato de as palhadas acumuladas por culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção

da qualidade do solo. A adaptação de plantas mais aptas ao sistema de rotação e à cobertura de solo torna o sistema agrícola sustentável e favorece o meio ambiente (Menezes 2002).

A decomposição de resíduos das culturas é uma variável importante na ciclagem de nutrientes em plantio direto e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo. Poucos estudos de campo, envolvendo a perda de massa e a liberação de nutrientes pela decomposição

1. Parte da tese de doutorado do segundo autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás.

Trabalho recebido em ago./2004 e aceito para publicação em abr./2006 (registro nº 605).

2. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. CEP 74001-970. E-mail: kliemann@agro.ufg.br

3. Fundação de Ensino Superior de Rio Verde (Fesurv), Caixa Postal 104, CEP 75900-000 Rio Verde, GO. E-mail: braga@fesurv.br

4. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: pmarques@cnpaf.embrapa.br.

de resíduos, foram desenvolvidos, e menos ainda são aqueles com enfoque na dinâmica de distribuição de nutrientes nos vários compartimentos do sistema palhada-solo ao longo do tempo. O conhecimento da ciclagem dos nutrientes nos agrossistemas resultará em sua utilização mais eficiente pelas culturas e na redução dos impactos negativos ao ambiente (Holtz 1995).

O sucesso do sistema plantio direto está ligado à definição de espécies com elevada produtividade de fitomassa para cobertura de solo. Nos cerrados, a persistência de palhadas para plantio direto é dependente das condições de umidade e temperatura elevadas em boa parte do ano, que resultam em rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo (Calegari *et al.* 1993).

Nos cerrados, com a introdução do milho como cultura de cobertura, houve aumento significativo da expansão do plantio direto. Além dessa cultura, destacam-se o sorgo granífero, sorgo forrageiro e, mais recentemente, o capim pé de galinha. Estas espécies de cobertura fornecem palhadas mais duradouras na superfície do solo que, com seus sistemas radiculares agressivos, exploram um amplo perfil de solo, extraindo e reciclando nutrientes não absorvidos pelas culturas anuais cultivadas no verão. As taxas de decomposição dos materiais de cobertura dependem da natureza do material vegetal, do volume, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas, representadas, principalmente, pela pluviosidade e temperatura. Esses fatores, por sua vez, afetam a atividade microbológica do solo. Também não se pode ignorar a importância da atividade da mesofauna numa etapa inicial de degradação física do material, expondo maior superfície de contato ao ataque da biomassa microbiana (Alvarenga *et al.* 2001).

A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, diminuindo, entretanto, a proteção do solo. Por outro lado, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição (Floss 2000). Podem-se agrupar as espécies em duas classes, uma de decomposição rápida (leguminosas) e outra de decomposição lenta (gramíneas), sendo bem aceito um valor de relação C/N próximo a 25, como referência de separação entre elas (Wieder & Lang 1982).

A permanência da palha na superfície do solo é de fundamental importância para a manutenção do sistema de plantio direto. Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais com decomposição mais lenta, o que significa manter o resíduo sobre o solo por maior período de tempo (Ceretta *et al.* 2002). Na região dos cerrados, mesmo quando a palhada é basicamente constituída de gramíneas, a sua decomposição é mais rápida, de forma que a manutenção de uma camada de cobertura de solo nesse ambiente torna-se uma atividade complexa, exigindo conhecimento e experiência do produtor que adota o SPD (Alvarenga *et al.* 2001). O milho é um exemplo clássico, pois apresenta relação C/N de 30 ou maior, nas fases de emborrachamento e florescimento. Todavia, a sua decomposição tem sido bastante rápida, quando a cultura é cortada nessas fases, dificultando o acúmulo de palha.

Pelá *et al.* (1999) avaliaram a resistência à decomposição de dez espécies de cobertura. Os resultados obtidos mostraram que o milho foi o material mais resistente, apresentando uma porcentagem de perda, ao longo de 73 dias, de 44,4%, seguido do guandu anão, com 49,4%. O feijão bravo do Ceará, a *Crotalaria spectabilis* e a mucuna preta foram as que apresentaram, no mesmo período, as maiores taxas de decomposição, 64,49%, 60,21% e 57,42%, respectivamente. Assis *et al.* (2003) relataram que a constante de decomposição (k) e a meia-vida ($t_{1/2}$) da palhada de sorgo sofreram influência significativa da aplicação de N, acelerando-se o processo de decomposição em 21% com relação ao tratamento sem N. Na presença de N foram necessários 119 dias para ocorrer a decomposição de 50% dessa palhada e, na ausência, 150 dias.

Wisniewski & Holtz (1997) estudaram a dinâmica da decomposição das palhadas de milho e aveia preta em Carambeí-PR, por um período de 370 dias. A palhada do milho manteve-se por mais tempo no solo, devido à alta relação C/N e ao alto teor de lignina, mostrando uma perda de 49% de massa em 149 dias, enquanto a aveia preta perdeu 71% de sua massa, em 179 dias. A velocidade de decomposição dos resíduos foi determinada pela técnica de sacos de náilon (Rezende *et al.* 1999, Amado *et al.* 2002).

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o comportamento das gramíneas sorgo, capim mombaça, milho, braquiária, do consórcio milho e braquiária e das leguminosas estilosantes e guandu, como espécies de cobertura, em relação às taxas de decomposição dos resíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em área sob sistema plantio direto por cinco anos consecutivos, na Fazenda Capivara, Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO (16°28'S de latitude, 49°17'W de longitude e altitude de 823 m). Pela classificação de Köppen o clima é Aw, tropical de savana, megatérmico, com temperatura média anual do ar de 22,5°C, precipitação pluvial média anual de 1460 mm, e umidade média anual do ar de 71%, apresentando o menor índice durante o mês de agosto. A perda média anual por evaporação, medida pelo tanque classe "A", é de 1938 mm.

O experimento foi instalado em um solo classificado como Latossolo Vermelho Distróférrico (Embrapa 1999a), com os seguintes atributos químicos e físicos: pH(água)=5,7; Ca=20,5 mmol_c dm⁻³; Mg=7,4 mmol_c dm⁻³; P=21,5 mg dm⁻³; K=101 mg dm⁻³; Cu=2,2 mg dm⁻³; Zn=8,1 mg dm⁻³; Fe=62 mg dm⁻³; Mn=14 mg dm⁻³; matéria orgânica=9 g dm⁻³; areia=90 g kg⁻¹; silte=270 g kg⁻¹ e argila =240 g kg⁻¹. As análises de solos foram feitas pela metodologia da Embrapa (1999b).

O experimento foi conduzido de dezembro de 2001 a abril de 2002, em área irrigada por aspersão, onde a cultura anterior foi a cevada. No início de dezembro de 2001, antecedendo a implantação das culturas de cobertura, fez-se a dessecação da área com o emprego de glifosato na dose de 0,72 kg i.a. ha⁻¹, dez dias antes da semeadura.

Utilizaram-se como culturas de cobertura: braquiária em cultivo solteiro (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu); braquiária sob consórcio com milho (*Zea mays* L.) – híbrido HT BRS 3150; guandu anão (*Cajanus cajan* L. Millisp); milheto (*Pennisetum glaucum* L. R. Br.) – cv. BN-2; capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça); sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) – cv. BR 304; e estilosantes (*Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão). O consumo de sementes foi: braquiária – 20 kg ha⁻¹; milho – 20 kg ha⁻¹; guandu - 25 kg ha⁻¹; milheto – 40 kg ha⁻¹; mombaça – 20 kg ha⁻¹; sorgo – 10 kg ha⁻¹ e estilosantes - 1,4 kg ha⁻¹.

Usou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso e quatro repetições. As dimensões das parcelas foram de 6,0 m x 2,0 m. Os espaçamentos foram de 0,40 m para a braquiária, milheto, capim mombaça e estilosantes, e de 0,80 m para o milho, guandu e sorgo. Na adubação de plantio

empregaram-se 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-30-15. A semeadura foi feita à mão, sendo: guandu, milho e estilosantes no dia 05/dez./2001; braquiária e milheto no dia 20/dez./2001; capim mombaça no dia 09/jan./2002; e sorgo no dia 23/jan./2002. As diferentes datas de semeadura foram devidas a problemas de germinação, principalmente do sorgo e do capim mombaça. As datas de emergência das espécies foram: guandu – 11/dez./2001; milho – 12/dez./2001; estilosantes – 13/dez./2001; milheto – 25/dez./2001; braquiária – 27/dez./2002; capim mombaça – 17/jan./2002; e sorgo – 29/jan./2002.

Para avaliação da perda de massa das palhadas, as espécies de cobertura foram cortadas com um triturador de palha (Triton) e deixadas sobre o solo. As fases de corte foram: a) milho, sorgo, milheto e guandu, na maturação de grãos; b) braquiária e capim mombaça, na fase de florescimento; e c) estilosantes, na fase vegetativa. As amostras de material vegetal das espécies de cobertura foram acondicionadas em saquinhos de náilon (*litter bag*) com dimensão de 20 cm x 10 cm. As quantidades de palhadas (base seca a 65°C), colocadas dentro de cada saquinho, foram proporcionais à massa seca produzida por área, pela respectiva cobertura. Colocaram-se sete saquinhos (deixados sobre o solo) na primeira e na segunda repetição dos tratamentos e quatorze saquinhos na terceira e na quarta repetições, em cada parcela. Em cada coleta foi retirado um saquinho na primeira e na segunda repetição, e dois na terceira e na quarta repetição, totalizando seis amostras por tratamento. As coletas dos saquinhos foram feitas aos 15, 30, 45, 60, 90, 120 e 150 dias após o corte das espécies de cobertura. A seguir, os saquinhos foram secados em estufa a 65°C por 24 horas, para posterior pesagem. Durante o período de decomposição, o solo foi mantido úmido por meio do uso de irrigação.

A perda de massa das palhadas foi determinada pelo modelo de Dalal & Mayer (1986), originalmente usado para simular a decomposição da matéria orgânica no solo:

$$Y_t = Y_\varepsilon + (Y_o - Y_\varepsilon) \cdot e^{-kt}$$

em que: Y_t é a perda de massa da palhada (kg ha⁻¹), em um dado instante t ; Y_o , a massa da palhada na condição inicial, logo após o corte das coberturas (kg ha⁻¹); Y_ε , a massa da palhada em condição de equilíbrio (kg ha⁻¹); e k , a constante invariante que determina o índice de perda de massa por dia.

Por meio da derivada primeira da equação anterior estimou-se a taxa instantânea de perda de massa das palhadas ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$):

$$\frac{\partial Y_t}{\partial t} = (Y_o - Y_e) \{- [k \cdot e^{-(k \cdot t)}]\}$$

O modelo matemático foi processado pelo algoritmo de Marquadt (1963), com auxílio do *software* Sigmaplot 2000 (Jandel Scientific 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras de 1 a 4 apresentam as relações funcionais da decomposição de massa das palhadas de braquiária (solteira e consorciada), guandu, milheto, capim mombaça, sorgo e estilosantes em função do tempo, com as respectivas variações instantâneas de perda de massa.

Para a cultura da braquiária em cultivo solteiro estimou-se a equação: $Y = 4.455,4 + (12.425,7 - 4.455,4) \cdot e^{-0,0097 t}$ ($R^2 = 0,86$; $n = 32$), a partir da qual se determinou um índice invariante ($k \text{ dia}^{-1}$) de perda de massa (decomposição) de $0,0097 \text{ dia}^{-1}$. Estimaram-se os valores da palhada em $12.426 \text{ kg ha}^{-1}$ (massa Y_o) no tempo inicial, e em 6.410 kg ha^{-1} , aos 150 dias. A perda de massa da palhada, estimada pela variação instantânea negativa (Figura 1a), no tempo inicial foi de $75 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, e de $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$, quando projetada para 360 dias (em linha pontilhada). Em termos relativos, essas perdas de massa corresponderam a 48% até os 150 dias observados, e de 62%, para 360 dias. Teixeira Neto (2002) mostrou que a palhada de braquiária em cultivo solteiro mostrou um percentual de decomposição de 75%, aos 180. Result

ados semelhantes foram relatados por Rezende *et al.* (1999) com *Brachiaria humidicola*. Nesse estudo foram observadas reduções de fitomassa próximas de 60% no período de 112 dias, na estação chuvosa, e de 50% no período de 140 dias, na estação seca.

Na cultura de braquiária consorciada com milho, a equação estimada de perda de massa da palhada, $Y = 73,5 + (3.888,7 - 73,5) \cdot e^{-0,0056 t}$ ($R^2 = 0,86$; $n = 28$), forneceu um índice invariante ($k \text{ dia}^{-1}$) de decomposição de massa de $0,0057 \text{ dia}^{-1}$ (Figura 1b). Os valores estimados de massa inicial (Y_o) da palhada foram de 3.889 kg ha^{-1} no tempo inicial, e de $73,5 \text{ kg ha}^{-1}$ no tempo de tendência ao equilíbrio. A variação instantânea de perda de massa da palhada (braquiária em consórcio com milho) mostra uma perda inicial de $22 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com tendência ao equilíbrio em tempo superior a 360 dias (Figura 1b). A perda relativa de massa foi de 56% até os 150 dias, e de 86%, para a projeção de 360 dias. Os valores encontrados são semelhantes aos de Wisniewski & Holtz (1997), com perdas de massa de 49% na palhada de milho, em 149 dias. Teixeira Neto (2002), ao contrário, mostrou que aos 180 dias as palhadas de braquiária consorciada com milho apresentam percentual de decomposição de 66%, e no milho solteiro de 77%.

A equação de perda de massa da palhada de guandu (Figura 2a) é a seguinte: $Y = 1.151,1 + (5.606,3 - 1.151,1) \cdot e^{-0,0115 t}$ ($R^2 = 0,95$; $n = 28$); com índice invariante ($k \text{ dia}^{-1}$) de perda de massa estimado em $0,0115 \text{ dia}^{-1}$. O valor inicial da palhada foi estimado em 5.606 kg ha^{-1} (massa Y_o), e de 1.151 kg ha^{-1} , no tempo de equilíbrio, sendo maior que o projetado para uma projeção de 360 dias. As perdas instantâneas de massa dessa palhada foram estimadas em 60 kg

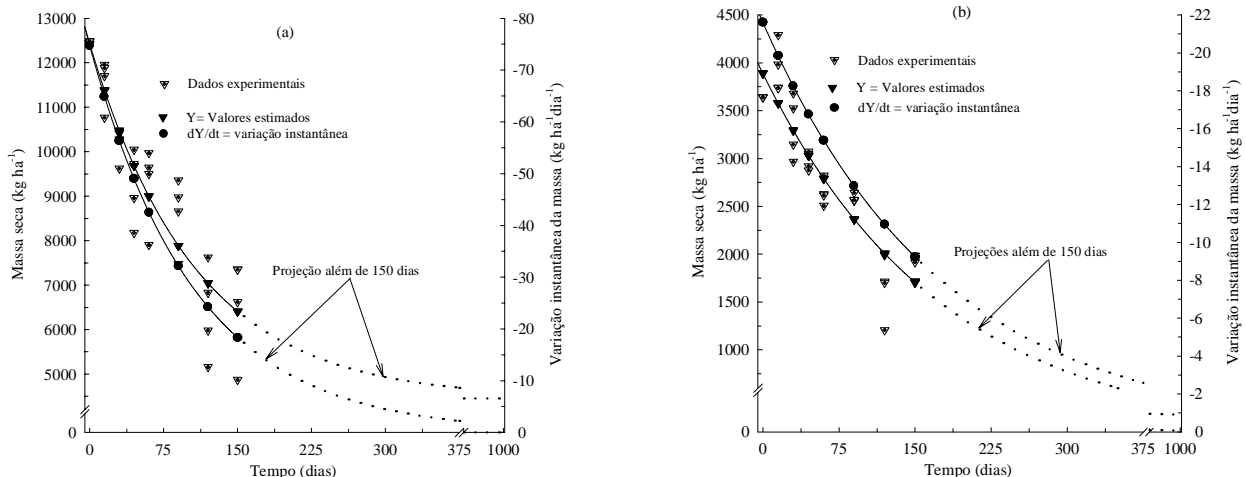


Figura 1. Decomposição (Y) e variação instantânea (dY/dt) da massa seca de palhadas de braquiária solteira (a) e de braquiária sob cultivo consorciado com milho (b), em função do tempo (Santo Antônio de Goiás, GO, 2002).

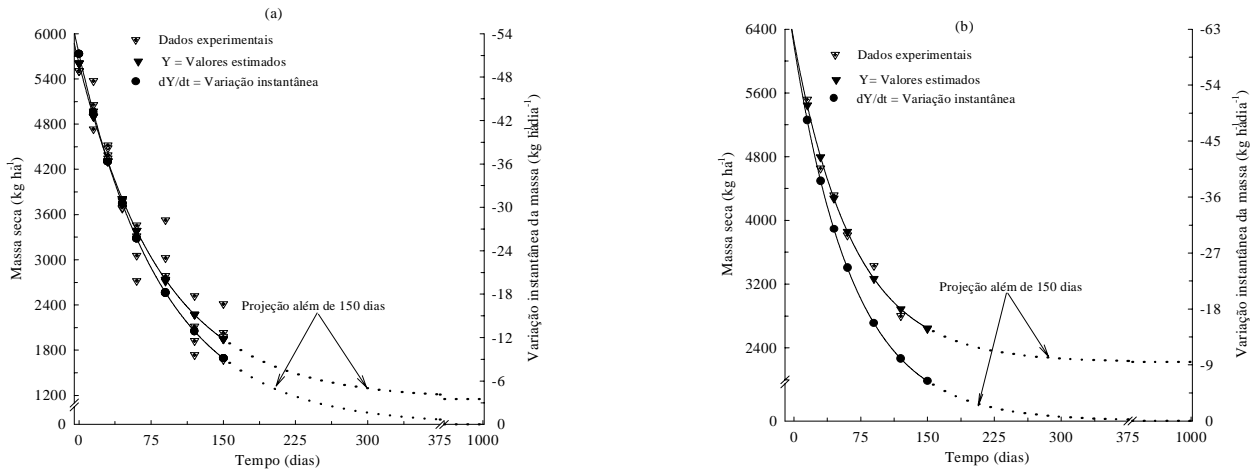


Figura 2. Decomposição (Y) e variação instantânea (dY/dt) da massa seca de palhadas de guandú (a) e de milho (b), em função do tempo (Santo Antônio de Goiás, GO, 2002).

ha⁻¹ dia⁻¹, no tempo inicial (t₀), mostrando tendência ao equilíbrio em tempo próximo aos 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 65% até os 150 dias observados e de 79%, para 360 dias.

A equação de perda de massa seca da palhada de milho (Figura 2b), $Y = 2.222,6 + (6.258,0 - 2.222,6) \cdot e^{-0,015t}$ (R² = 0,99; n = 21), com índice invariante k de 0,015 dia⁻¹, estima o valor em 6.258 kg ha⁻¹ (Y₀) no tempo inicial (t₀), e um valor de 2.223 kg ha⁻¹ de equilíbrio (Y_ε), em tempo superior a 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 58% até os 150 dias, e de 65%, projetados para 360 dias. A variação instantânea da perda de massa no tempo inicial foi estimada em 60,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹, que decaiu para 0,27 kg ha⁻¹ dia⁻¹ na projeção para 360 dias.

Pelá *et al.* (1999) constataram que o milho é um material persistente no solo, tendo encontrado a

porcentagem de perda de massa de 66%, aos 73 dias. A persistência do milho foi atribuída à composição do material, que possui maiores teores de lignina e de celulose, tornando-o mais resistentes à decomposição.

Para a perda de massa seca da palhada de capim mombaça (Figura 3a) a equação $Y = 2.569,3 + (8.059,4 - 2.569,3) \cdot e^{-0,0183t}$ (R² = 0,90; n = 28) produziu uma estimativa do índice invariante k de 0,0183 dia⁻¹, para o qual a massa da palhada de milho foi de 8.059 kg ha⁻¹ (Y₀), no tempo inicial (t₀), e de 2.569 kg ha⁻¹ (Y_ε) no tempo de equilíbrio, que ficou aquém dos 360 dias projetados. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 64% até os 150 dias, e projetada de 69% para 360 dias.

Pela equação de decomposição da massa seca da palhada de sorgo (Figura 3b), $Y = 941,0 + (6.7436,3 - 941,0) \cdot e^{-0,0175t}$ (R² = 0,95; n = 28), esti-

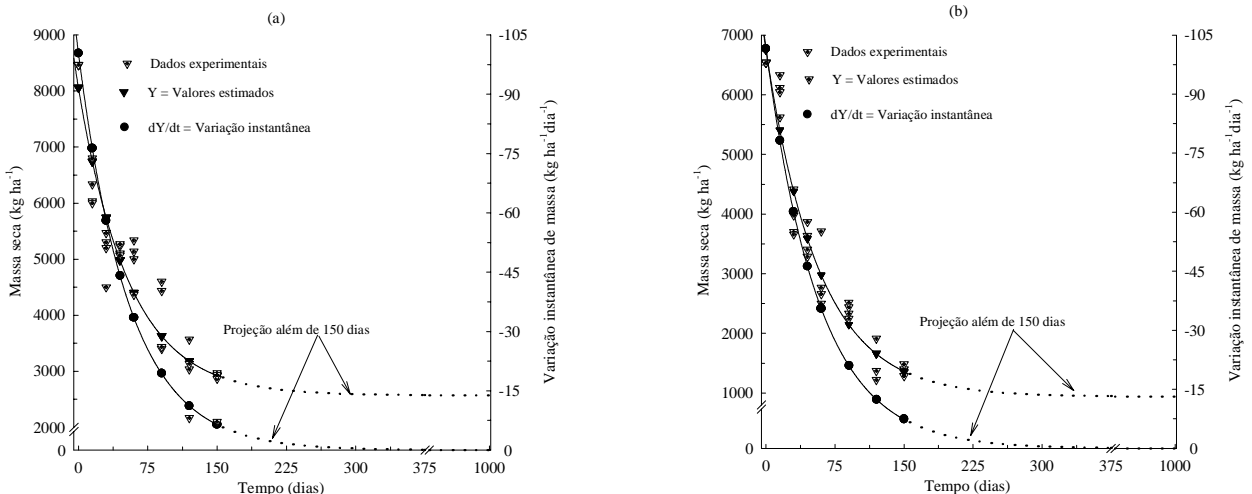


Figura 3. Decomposição (Y) e variação instantânea (dY/dt) da massa seca de palhada de capim mombaça (a) e de sorgo (b), em função do tempo (Santo Antônio de Goiás, GO, 2002).

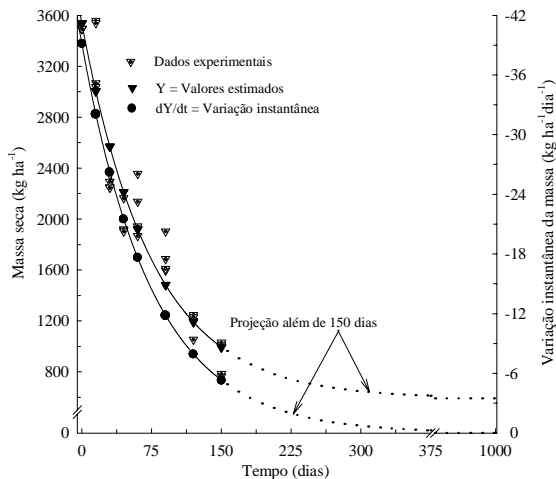


Figura 4. Decomposição (Y) e variação instantânea (dY/dt) da massa seca de palhada de estilosantes, em função do tempo (Santo Antônio de Goiás, GO, 2002).

mou-se um índice invariante k de $0,0175 \text{ dia}^{-1}$, com valores de 6.746 kg ha^{-1} de massa inicial (Y_0) e de 941 kg ha^{-1} (Y_e), nos tempos inicial (t_0) e de equilíbrio (t_e), respectivamente. A variação instantânea de massa da palhada, na condição inicial, foi de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com valores decrescentes que tenderam ao equilíbrio em tempos inferiores aos 360 dias projetados. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 80% até os 150 dias e de 86%, projetados para 360 dias.

A equação de perda de massa da palhada de estilosantes (Figura 4), $Y = 592,6 + (3.356,0 - 592,6) \cdot e^{-0,0133 t}$ ($R^2 = 0,92$; $n = 28$), produziu uma estimativa do índice invariante ($k \text{ dia}^{-1}$) de $0,0133$, com valores de 3.536 kg ha^{-1} (Y_0) no tempo inicial (t_0), e de 593 kg ha^{-1} (Y_e) no equilíbrio, em tempo superior aos 360 dias projetados. A variação instantânea negativa de perda de massa em estilosantes, no tempo inicial, foi de $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com perda relativa de massa de 72% até os 150 dias. A tendência ao equilíbrio ocorreu em tempo próximo aos 360 dias, com perda relativa de massa de 83%.

Os valores estimados de massa seca das palhadas na condição inicial MSPTI, tomando-se como referência a braquiária (100%), em ordem decrescente, foram: capim mombaça (65%), sorgo (54%), milho (50%), braquiária consorciada (31%), guandu (45%) e estilosantes (28%). Numa avaliação geral pode-se dizer que quanto maiores foram os índices invariantes de perda de massa das palhadas ($k \text{ dia}^{-1}$) e as variações instantâneas de perdas de massa no tempo inicial (VITI), tanto menores foram os tempos necessários para a tendência ao equilíbrio

(TE – dias). Dessa forma, Stott *et al.* (1995) estabeleceram grupos de fragilidade para diversas culturas de cobertura, baseando-se nas constantes de decomposição – perdas de massa de materiais sobre a superfície do solo. Quanto maiores os índices de decomposição dos resíduos sobre os solos, tanto mais frágeis são considerados os materiais e vice-versa. Por outro lado, segundo Aita & Giacomini (2003), a velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio dos resíduos culturais de plantas de cobertura é inversamente proporcional às relações C/N e lignina/N total, e diretamente proporcional às concentrações de N total na fitomassa e de N e C na fração solúvel em água.

Os índices invariantes k (dia^{-1}), estimados a partir das equações das Figuras 1 a 4, mostraram a seguinte ordem decrescente: i) gramíneas: capim mombaça > sorgo > milho > braquiária em cultivo solteiro > braquiária em cultivo consorciado; e ii) leguminosas: estilosantes > guandu. Esses índices fornecem estimativas estancas da perda de massa das palhadas, mas pouco informam sobre as perdas dinâmicas e decrescentes em função do tempo.

Aconselha-se, por isso, o emprego das variações obtidas pela derivada primeira dessas funções, donde se obtêm as variações instantâneas de perda de massa das palhadas por área e por tempo ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Dessa forma, em termos de perdas relativas de massa das palhadas aos 150 dias, tomando-se como referência o tempo inicial, esta-beleceu-se a seguinte ordem decrescente de decomposição: i) gramíneas – sorgo (80%) > capim mombaça (64%) > milho (58%) > braquiária em cultivo solteiro (56%) e em cultivo consorciado (48%); e ii) leguminosas – estilosantes (72%) > guandu (65%). Porém, quando as perdas relativas de massa foram projetadas para 360 dias, tomando como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: i) gramíneas – sorgo e braquiária em cultivo consorciado (86%) > capim mombaça (69%) > milho (65%) > braquiária em cultivo solteiro (62%); e ii) leguminosas – estilosantes (83%) > guandu (79%).

Em trabalhos futuros sugerem-se estudos das relações C/N e lignina/N total para se permitir a determinação das taxas de decomposição relativas e da liberação de nitrogênio dos resíduos culturais.

CONCLUSÕES

1. As palhadas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente foram: mombaça > sorgo >

milheto > estilosantes > guandu > braquiária solteira > braquiária consorciada.

2. As perdas relativas de massa das palhadas aos 150 dias mostraram a seguinte ordem decrescente de decomposição: i) gramíneas – sorgo (80%) > capim mombaça (64%) > milheto (58%) > braquiária em cultivo solteiro (56%) e em cultivo consorciado (48%); e ii) leguminosas – estilosantes (72%) > guandu (65%).

REFERÊNCIAS

- Aita, C. & J. S. Giacomini. 2003. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27 (2): 601-612.
- Alvarenga, R. C., W. A. L. Cabezas, J. C. Cruz & D. P. Santana. 2001. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, 22 (208): 25-36.
- Amado, T. J. C., J. Mielniczuk & F. M. Vezzani. 2002. Nova recomendação de adubação nitrogenada para o milho sob plantio direto no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo. *Revista Plantio Direto*, 68 (1): 30-35.
- Assis, E. P. M., M. A. S. Cordeiro, M. A. C. Carneiro & H. P. Barbosa. 2003. Atividade microbiana e decomposição da palha de sorgo sob aplicação de nitrogênio em plantio direto. In *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 29. Ribeirão Preto, São Paulo. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Resumos. CD-Rom.
- Calegari, A., A. Monrado, E. A. Bulisani, M. B. B. da Costa, S. Miyasaka & T. J. C. Amado. 1993. Aspectos gerais da adubação verde. In *Costa, M. B. B. da (Coord.). Adubação verde no Sul do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, p. 1-56.
- Ceretta, C. A.; C. J. Basso, M. G. Herbes, N. Polleto & M. J. da Silveira. 2002. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de coberturas de solo e milho sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, 32 (1): 49-54.
- Dalal, R. C. & R. J. Mayer. 1986. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. *Australian Journal of Soil Research*, 24 (2): 281-292.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999a. Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, Embrapa Solos; Embrapa Informática Agropecuária 1º ed. Brasília - DF. 370 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro 1999b. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro - RJ. 412 p.
- Floss, E. 2000. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, 57 (1): 25-29.
- Holtz, G. P. 1995. Dinâmica da decomposição da palhada e da distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí - PR. 129 p. Dissertação de Mestrado. Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- Jandel Scientific. 1999. Sigmplot - Scientific graphing software transforms & curve fitting: revision SPW 5.0. San Rafael. 1 v.
- Kluthcouski, J. & L. F. Stone. 2003. Palhada de braquiária no sistema plantio direto. In: Kluthcouski, J., H. Aidar & L. F. Stone. (Ed.). *Integração lavoura pecuária: agregação de valores, custo e sustentabilidade*. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Cap. 18. 570 p.
- Marquadt, D. W. 1963. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters. *Society for Industrial and Applied Mathematics Journal*, 11 (2): 431-441.
- Menezes, L. A. S. 2002. Alteração de propriedades químicas e físicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura. 73 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Pelá, A., M. S. Silva, L. A. da Costa, C. J. da Silva, C. Zucareli, L. D. Decarli & U. F. Matter. 1999. Avaliação da resistência à decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. *Revista Plantio Direto*, 53 (1): 26-33.
- Rezende, C. de P., R. B. Cantarutti, J. M. Braga, J. A. Gomide, J. M. Pereira, E. Ferreira, R. Tarré, B. J. R. Macedo, Alves, S. Urquiaga, G. Cadisch, K. E. Giller & R. M. Boddey. 1999. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 54 (2): 99-112.
- Stott, D. E., E. E. Alberts & M. A. Weltz. 1995. Residue decomposition and management. p. 1-16. In D. C. Flanagan & M. A. Nearing (Ed.). *Hillslope profile and watershed model documentation*. Lafayette, Indiana, USDA. Cap. 9. 515 p.
- Teixeira Neto, M. L. 2002. Efeito de espécies vegetais para cobertura, no sistema plantio direto na região dos cerrados, sobre as propriedades do solo. 151 p. Dissertação de Mestrado. Escola de Agronomia e

- Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Wieder, R. K. & G. E. Lang. 1982. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*, 63 (6): 1636-1642.
- Wisniewski, C. & G. P. Holtz. 1997. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32 (11): 1191-1197.