

CAPÍTULO 08

Palhada de Cobertura do Solo no Sistema Plantio Direto

Priscila de Oliveira e João Kluthcouski

O Sistema Plantio Direto - SPD foi um salto qualitativo sem precedente no Brasil tropical. Sabe-se, contudo, que o bom desempenho do SPD depende da boa cobertura do solo, para que, simultaneamente, enriqueça o solo em matéria orgânica e melhore suas propriedades produtivas. A palhada de cobertura atua como reguladora da temperatura e da água do solo, no enriquecimento de matéria orgânica, como barreira física a algumas plantas daninhas e doenças fúngicas com origem no solo, na prevenção das diversas modalidades de erosão, entre outros.

A formação e a manutenção de cobertura morta nos trópicos, todavia, foram alguns dos principais obstáculos encontrados para o estabelecimento do SPD. Altas temperaturas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, mesmo quando mantidos na superfície do solo.

Ademais, os restos culturais produzidos pelas diversas culturas anuais exploradas no bioma Cerrados, como a soja, milho, sorgo, arroz e feijão, dificilmente atingem quantidade e longevidade suficientes para assegurar proteção plena à superfície do solo e, por conseguinte, garantir a máxima eficiência do SPD. Estudos revelam que para o solo estar bem protegido são necessárias cerca de 7 t ha^{-1} de resíduos (SARAIVA; TORRES, 1993). Mesmo na Região Sul do Brasil, Gassen e Gassen (1996), quando avaliaram as 16 espécies mais utilizadas para cobertura do solo/adubo verde, a maioria gramíneas e leguminosas, encontraram que apenas a aveia-preta e a mucuna-preta produziram 7 t e 8 t ha^{-1} de matéria seca, respectivamente. A média das demais espécies foi $4,1 \text{ t ha}^{-1}$.

Quanto à longevidade, para os Cerrados do Médio Norte do Mato Grosso, Seguy et al. (1992) relataram que, no período de 90 dias após a primeira chuva, as palhadas de milho, arroz e soja foram reduzidas em 63%, 65% e 86%, respectivamente, de sua massa inicial e, nessa mesma ordem e período, resultaram em cobertura do solo de 30%, 38% e 7%. Na Região Sul do Brasil, Roman e Velloso (1993) verificaram que os resíduos de aveia-preta, aveia-branca, colza, chícharo, ervilhaca e trigo, remanescentes após 170 dias, foram de 43%, 36%, 8%, 25%, 9% e 64%, respectivamente.

A experiência tem mostrado que, nos Cerrados, a introdução do milheto para a formação de cobertura morta, principalmente na agricultura dependente exclusivamente de chuvas, foi fator preponderante para a adoção e evolução do SPD. Trata-se de cultura de verão que, em semeaduras de outubro e novembro, pode produzir até 15 t ha^{-1} de matéria seca, podendo limitar-se a cerca de 5 t ha^{-1} na safrinha (SALTON; KICHEL, 1998). Essa alternativa, no entanto, além de representar custo adicional referente à sua implantação, realizada geralmente no início ou final do período chuvoso,

apresenta o inconveniente da rápida decomposição da palhada. Corroborando com isso, Pelá et al. (1999) relataram que cerca de 44% da palhada de milheto se decompôs em 73 dias, pouco menos que as palhadas das leguminosas mucuna-branca, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria paulinea* e guandu indiano, cuja taxa de decomposição ficou entre 49% e 53%, nesse mesmo período.

Nesse contexto, as braquiárias/*Panicum*, após darem imensa contribuição à pecuária dos Cerrados, a partir dos anos 60, vêm agora prestar ímpares benefícios às lavouras. Além de propiciar maior volume de biomassa e a aração biológica do solo, essas gramíneas forrageiras tropicais funcionam como restauradoras da matéria orgânica do solo, inibidoras de plantas daninhas e fungos do solo, e, ainda, conservadoras da água, dentre outros benefícios.

As braquiárias são amplamente adaptadas e disseminadas nos Cerrados, e ocupam 85% da área com pastagem (ROOS, 2000). Ao estudarem cinco diferentes fontes de resíduos para cobertura morta, em Latossolo Roxo de alta fertilidade, na região do Brasil Central, Aidar et al. (2000) observaram que, dentre as principais culturas anuais, no que se refere à quantidade, apenas os restos culturais do milho foram suficientes para a formação de cobertura morta para a proteção adequada da superfície do solo. Nesse mesmo estudo, verificou-se que a palhada de braquiária, associada a restos culturais do milho, ultrapassou 17 t ha⁻¹ de matéria seca, mantendo-se suficiente para a proteção plena da superfície do solo por mais de 107 dias (Tabela 1). Como se tratou de cultivo de inverno do feijoeiro sobre diversas fontes de palhada, no período de maio a setembro, a redução da biomassa variou de 60%, na palhada de soja, a 30%, na palhada de arroz, no período estudado.

Tabela 1. Produção de matéria seca de diferentes fontes de palhada, remanescente na superfície do solo, em área cultivada com feijão, no período de 107 dias.

Fonte de resíduo	Matéria seca (t ha ⁻¹)		
	Antes da semeadura ¹	Após a colheita ²	Redução (%)
Soja	4,06 c ³	1,62 c ³	60
Milho	14,49 bc	6,30 ab	57
Arroz	6,02 c	4,22 bc	30
Milho + <i>B. brizantha</i> ⁴	16,02 ab	8,81 a	46
Milho + <i>B. ruziziensis</i> ⁴	17,58 a	9,27 a	47
CV (%)	28	25	-

¹ Semeadura do feijão feita em 23/5/1999.

² Colheita feita em 5/9/1999.

³ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não são significativamente diferentes, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.

⁴ Obtido em cultivo consorciado, Kluthcouski et al. (2000).

Fonte: Aidar et al. (2000).

Oliveira (2001) também observou maior produção de matéria seca e persistência da palhada de braquiária, obtida em consórcio com milho, seguido do sorgo, braquiária solteira, plantas daninhas, arroz e soja, avaliadas por ocasião da floração do feijoeiro.

Como elemento de cobertura, as braquiárias, como muitas outras gramíneas forrageiras, caracterizam-se por apresentar crescimento radicular ativo e contínuo, alta capacidade de produção da biomassa, reciclagem de nutrientes e preservação do solo com relação à matéria orgânica, nutrientes, agregação, estrutura, permeabilidade, infiltração, entre outros (Tabelas 2, 3 e 4 e Figs. 1, 2 e 3).

Tabela 2. Efeito da braquiária sobre alguns atributos químicos do solo, doze meses após sua implantação, Unaí, MG.

Horizontes (cm)	Ambientes	Atributos químicos do solo							
		pH água	Ca ²⁺ mmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K ⁺ mg dm ⁻³	Zn ²⁺ mg dm ⁻³	Mn ²⁺ g dm ⁻³	MO g dm ⁻³
0 – 5	Braquiária	6,3	67	22	33	137	10,7	29	29
	Feijão	6,5	63	15	27	78	8,5	19	22
5 – 10	Braquiária	6,2	58	12	15	86	8,7	24	23
	Feijão	6,3	49	12	10	45	7,5	15	18
10 – 15	Braquiária	6,3	51	12	4	81	3,0	16	19
	Feijão	5,8	27	7	0,9	34	1,2	4	15
15 – 20	Braquiária	6,3	34	8	0,6	65	0,7	7	15
	Feijão	5,4	18	6	0,6	25	0,7	2	12

Fonte: Stone et al. (2005).

Tabela 3. Recuperação de fósforo nas condições de sucessão grãos-grãos e grãos após pastagem*.

Fósforo aplicado (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	Fósforo recuperado	
	Anuais ¹	Anuais e capim ²
	%	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e quatro ciclos da sequência milho-soja, e plantio de milho, milho e soja.

² A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com braquiária mais dois anos com soja e dois ciclos da sequência milho-soja, e cinco anos com braquiária.

Fonte: informação obtida de Djalma Martinhão de Souza, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, em 2005.

Tabela 4. Efeito da braquiária sobre alguns atributos físicos do solo, doze meses após sua implantação, Unai, MG.

Profund. (cm)	Ambientes	Atributos físicos do solo				
		Densidade (mg m^{-3})	Porosidade total ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	Agregados > 2mm (%)	DMP ¹ (mm)
0 – 5	Braquiária	1,01	0,602	0,134	44,4	2,58
	Feijão	1,19	0,535	0,084	31,5	1,98
5 – 10	Braquiária	1,08	0,579	0,136	44,9	2,61
	Feijão	1,18	0,527	0,061	32,3	1,97
10 – 15	Braquiária	1,04	0,584	0,175	47,2	2,72
	Feijão	1,16	0,537	0,148	36,4	2,17
15 – 20	Braquiária	1,13	0,557	0,131	50,1	2,83
	Feijão	1,15	0,541	0,124	48,5	2,70

¹DMP: diâmetro médio ponderado.

Fonte: Stone et al. (2005).

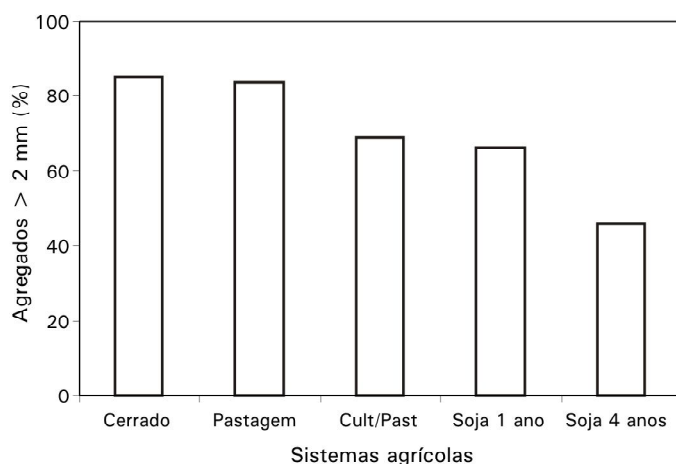


Fig. 1. Efeito de diferentes sistemas agrícolas na porcentagem de agregados com diâmetro maior que 2 mm. Fonte: adaptado de Ayarza et al. (1993).

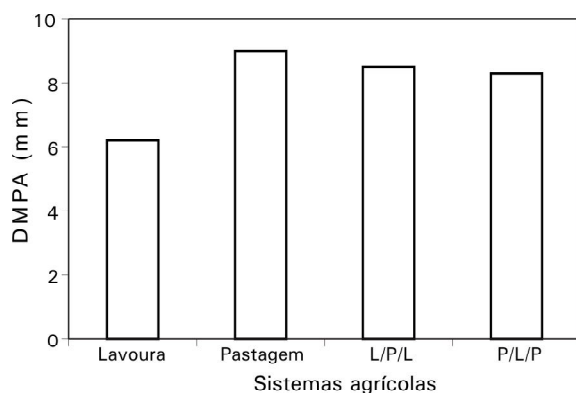


Fig. 2. Diâmetro médio ponderado de agregados (DMPA) estáveis em água, após 5 anos de diferentes sistemas agrícolas: lavoura (L) (soja/aveia em Sistema Plantio Direto), pastagem (P) (pastagem contínua de braquiária), L/P/L (rotação soja/aveia/soja/braquiária/soja/aveia/soja) e P/L/P (rotação braquiária/soja/aveia/soja/braquiária).

Fonte: adaptado de Salton et al. (1999).

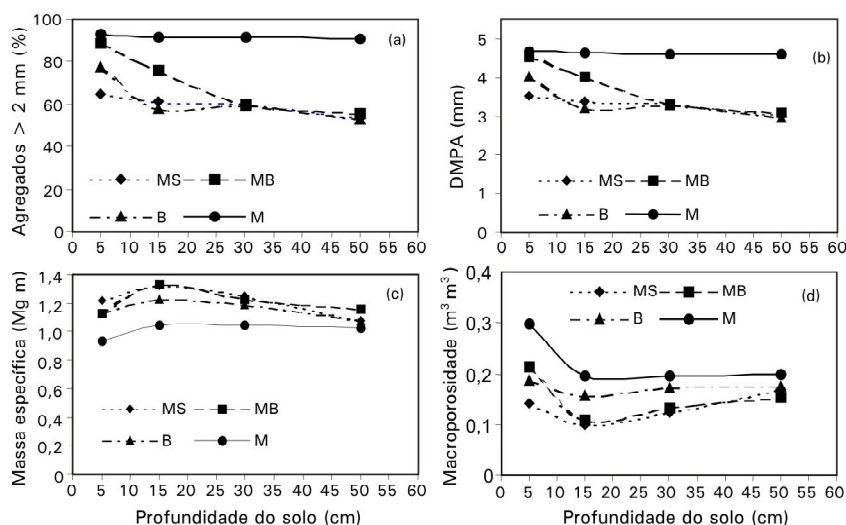


Fig. 3. Propriedades físicas do solo afetadas por diferentes ecossistemas (MS = milho solteiro, MB = milho consorciado com *Brachiaria*, B = *Brachiaria* solteira e M = mata nativa).

Fonte: Balbino et al. (2003).

Para o manejo dessas gramíneas, os herbicidas são os mesmos utilizados para outras espécies, ou seja, glifosate ou sulfosate, cuja dose varia conforme a espécie. Em geral, as gramíneas forrageiras tropicais levam mais tempo para a total desidratação, cerca de 20 dias; assim, requer maior antecipação da dessecação em relação à semeadura.

A palhada de braquiária, além de causar impedimento físico à germinação de muitas plantas daninhas, durante a decomposição pode produzir substâncias alelopáticas a essas. Nesse contexto, a cobertura morta proveniente do consórcio de milho com braquiária reduziu a emergência, dentre outras, de caruru (*Amaranthus deflexus*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), e conseqüentemente, a necessidade de aplicação de herbicidas (COBUCCI; PORTELA, 2003).

No que se refere à ocorrência de fungos com origem no solo, Costa e Rava (2003) verificaram que, em apenas uma safra, a braquiária possibilitou a redução de 60% do inóculo de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (Tabela 5). Em outros estudos desse mesmo autor, conduzidos em área de produtores, além de ter sido confirmada a supressividade à *Fusarium solani*, verificou-se que a braquiária poderia induzir supressividade também à *Rhizoctonia solani* (Tabela 6).

Tabela 5. Influência da palhada sobre a severidade de podridões radiculares e a população de *Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli*.

Tratamento	Índice de doença	População <i>Fusarium</i> (PPG ¹)
Arroz	0,68 b ²	1.834 b
Milho	0,77 a	2.835 a
Milheto	0,50 c	1.325 c
Braquiária	0,32 d	435 d
Controle	0,54 c	1.024 cd

¹ Propágulos por grama de solo

² Valores seguidos pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Fonte: Costa (2002).

Tabela 6. Efeito de *Brachiaria plantaginea* na população de fungos do solo, patógenos do feijoeiro, em Silvânia, GO, 1998.

Tratamento	Atividade biológica no solo	População <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	% de matéria orgânica colonizada com <i>Rhizoctonia solani</i>
Controle ¹	0,35	20.000	16
<i>B. plantaginea</i> ²	0,50	6.000	4

¹ Controle: plantio de feijão sobre feijão.

² Plantio de capim marmelada, logo após a colheita do feijão.

Fonte: Costa (2002).

Quanto ao mofo-branco do feijoeiro, o uso de palhadas densas de braquiária tem se apresentado como uma das principais ferramentas no controle da doença. Isso se deve principalmente aos diversos resultados errôneos obtidos com o controle químico da doença. Em trabalhos conduzidos por Costa (2002), em nove áreas sob SPD, contendo diferentes densidades de inóculo do fungo no solo, foi demonstrado que a eficiência de controle do mofo-branco correlaciona-se negativamente com o número de escleródios presentes no solo. O controle adequado da doença só foi obtido nas áreas que continham menos de 19 escleródios por m² de solo. Em solos com mais de 27 escleródios por m², os fungicidas foram ineficientes no controle da doença.

A palhada de *Brachiaria brizantha* revelou-se adequada por permitir níveis eficientes de controle da doença (Tabela 7). Em todos esses estudos, as palhadas foram eficientes em permitir a redução do potencial de inóculo aflorando à superfície do solo e, por conseguinte, em permitir a redução no número de pulverizações com fungicidas de duas a três vezes para uma única aplicação, com eficiência de controle similar. Por ter demonstrado boa resistência às intempéries climáticas e apresentado decomposição mais lenta,

mesmo sob o efeito de aplicações nitrogenadas de cobertura via água de irrigação, a braquiária destacou-se como cobertura ideal, servindo de barreira física à disseminação do agente causal do mofo-branco.

Tabela 7. Influência da palhada de *Brachiaria brizantha* no controle do mofo-branco do feijoeiro, em Brasília, DF, 1999.

Tratamento	Severidade da doença
<i>Brachiaria brizantha</i> + fungicida (uma aplicação)	2,0 b ¹
<i>Brachiaria brizantha</i>	1,8 b
Fungicida (duas aplicações)	3,2 b
Controle	7,0 a

¹ Valores seguidos pela mesma letra não se diferenciam estatisticamente, no nível de 5%, pelo teste de Tukey.
Fonte: Costa (2002).

Sobre a produtividade do feijoeiro e diferentes palhadas de cobertura, Aidar et al. (2000) obtiveram melhores rendimentos de feijão, cultivar Pérola, em um Latossolo Roxo eutrófico, em palhadas de *B. brizantha*, arroz e *B. ruziziensis*, produzidas em consórcio com milho, pelo Sistema Santa Fé (Tabela 8). Em área com infestação relativamente alta de mofo-branco no solo, as palhadas de braquiária foram as que melhor contiveram a progressão da doença no feijoeiro.

Tabela 8. Efeito de diferentes fontes de resíduo para cobertura morta sobre o rendimento do feijoeiro e alguns de seus componentes e incidência de mofo-branco, em Santa Helena de Goiás, GO.

Fonte de resíduo	População final (1.000 pl ha ⁻¹)	Vagens planta ⁻¹	Sementes vagem ⁻¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Incidência mofo-branco ¹
Soja	315,8 a ²	12,89	5,72	3.606	5
Milho	247,2 a	13,56	6,26	3.577	5
Arroz	294,1 a	11,10	5,49	3.787	3
Milho + <i>B. brizantha</i>	215,5 ab	15,90	5,97	3.641	1
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	209,4 b	11,26	5,43	3.899	1
CV(%)	11	30	11	10	-

¹ Escore de 1 a 9, sendo 1 = sem sintomas e 9 = 100% de plantas infestadas.

² Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, no nível de 5%, pelo teste de Tukey. Estandes inicial e final foram prejudicados pelo mal desempenho da semeadora, em presença de grande volume de palhada na superfície do solo, como foram os casos do milho e braquiárias.

Fonte: Aidar et al. (2000).

Nas mesmas condições de solo, Kluthcouski et al. (2001) também verificaram melhores rendimentos de feijão, cultivar Pérola, em palhadas de *B. brizantha* (Tabela 9). A palhada de soja, como era esperado, revelou-se, na maioria dos casos, como o pior tratamento de cobertura do solo.

Tabela 9. Efeito de diferentes coberturas mortas, derivadas de restos culturais das culturas prece-dentes, sobre o número de vagens e rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, em Santa Helena de Goiás, GO.

Fonte de resíduo	População Final (plantas m ⁻²)	Vagem planta ⁻¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)
Soja + <i>B. brizantha</i>	24,4 b	16,5 a	3.215 a
Milho + <i>B. brizantha</i>	28,4 a	16,7 a	3.150 ab
<i>B. brizantha</i>	26,0 ab	16,2 ab	2.839 abc
Milho	28,4 a	10,2 ab	2.555 bcd
Sorgo + <i>B. brizantha</i>	29,4 a	9,9 ab	2.394 cd
Soja	22,6 b	11,6 ab	2.278 cd
Sorgo	27,8 a	9,4 b	2.092 d
Arroz	28,4 a	14,5 ab	2.035 d
CV(%)	6,9	29,3	12,7
DMS 5%	1,72	7,09	604,1

Fonte: Kluthcouski et al. (2001).

Ao comparar o efeito da palhada de cobertura, em áreas distintas, porém com as mesmas características de solo, a palhada de braquiária, em relação à do milho, proporcionou um ganho no rendimento de feijão superior a 1 t ha⁻¹ (Tabela 10).

Tabela 10. Efeitos da antecipação do nitrogênio e da palhada de cobertura do solo sobre o rendimento da cultivar de feijão, cultivar Pérola, em Santa Helena de Goiás, GO.

Palhada de cobertura	Rendimento (kg ha ⁻¹)		
	Nitrogênio antecipado (kg ha ⁻¹) ¹		
	0	90	120 ²
Braquiária	2.894	3.952	3.861
Milho silagem	1.888	2.735	2.523

¹ Sem N em cobertura.

² 135 kg ha⁻¹ de N para a palhada de braquiária.

Fonte: adaptado de Kluthcouski et al. (2006).

Constata-se, assim, que os efeitos positivos da rotação e da palhada da braquiária, incorporada ou não ao solo, poderão reabilitar áreas produtoras de feijão e, ao mesmo tempo, reduzir o custo de produção, desde o tratamento de sementes até na diminuição do número de aplicações dos mais diversos defensivos utilizados na produção dessa leguminosa.

Braz (2003), em sua pesquisa de Tese de Doutorado, realizada em um Latossolo Vermelho distrófico, estudou e discutiu os seguintes temas sobre palhadas de cobertura do solo: análise de crescimento de várias fontes de palhada; comparação do crescimento entre as culturas de cobertura; decomposição das palhadas das culturas de cobertura e a comparação da taxa de decomposição entre as palhadas. Quanto à produção de matéria seca da braquiária, foi obtido $23.611 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 107 DAE, estimando, ainda, que essa produção seria de cerca de 42 t ha^{-1} de matéria seca, aos 240 DAE (Fig. 4). Dados semelhantes a esse foram encontrados por Ferreira (2001), que foi de $23.000 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 150 DAE. Portes et al. (2000) obtiveram para a *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu, em cultivo solteiro, em área anteriormente sob pastagem e solo degradados, a produção de matéria seca de $19.580 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 117 DAE, estabilizando-se a partir desse valor. Já Rosa (2002) encontrou um valor bem superior, obtendo uma produção máxima de $32.237 \text{ kg ha}^{-1}$, aos 125 DAE. Segundo Braz (2003), a taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) máxima da braquiária, obtida no estudo, foi de $558 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, aos 102 DAE, que corresponde, aproximadamente, à encontrada por Rosa (2002), de $530 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, aos 84 DAE. Portes et al. (2000), no entanto, estimaram uma TCC inferior, de $371,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, aos 97 DAE.

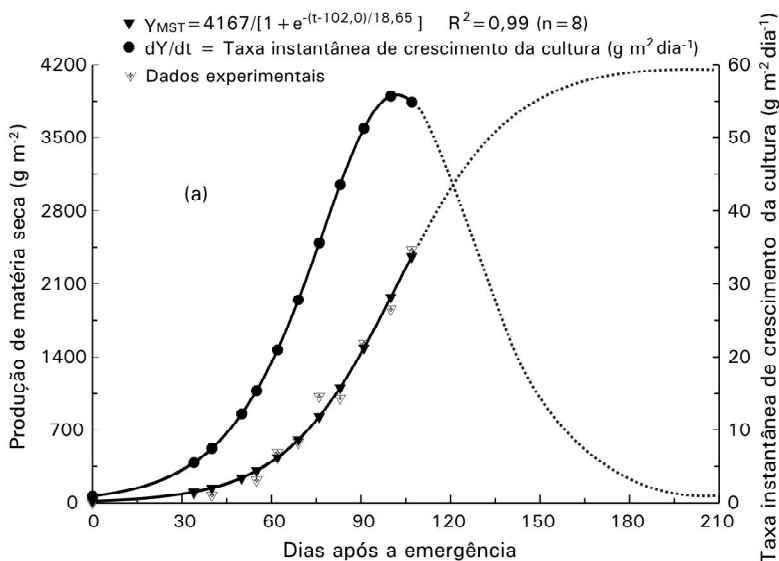


Fig. 4. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura da braquiária solteira em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

Na Fig. 5 são apresentadas as curvas de produção de matéria seca total e da taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) do milho. A partir da equação ajustada, estimou-se a produção máxima de matéria seca em 1.965 g m^{-2} , aos 200 DAE. Teixeira Neto (2002) obteve a produção de 9.780 kg ha^{-1} de fitomassa seca, enquanto que Machado et al. (1980) encontraram as seguintes produções de matéria seca total: $18.430 \text{ kg ha}^{-1}$, para uma população de 66 mil plantas de milho ha^{-1} ; $15.550 \text{ kg ha}^{-1}$, para 50 mil plantas ha^{-1} ; e $12.470 \text{ kg ha}^{-1}$, para 33 mil plantas ha^{-1} . Ainda, observa-se que a taxa instantânea máxima de crescimento do milho foi de $31,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, aos 66 DAE. Esse valor supera aqueles encontrados por Machado et al. (1980), que foram de $30 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (50 mil plantas ha^{-1}) e de $24 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (33 mil plantas ha^{-1}) obtidos por ocasião do florescimento.

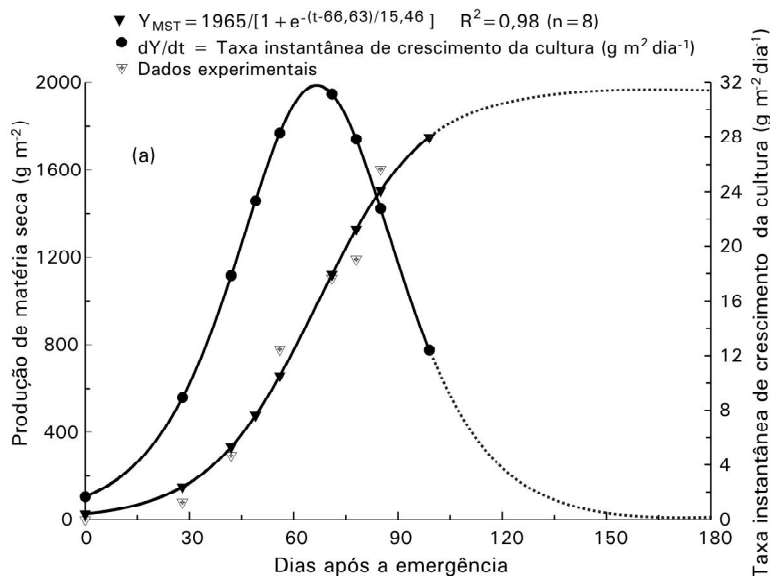


Fig. 5. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do milho, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A produção de matéria seca da braquiária em consórcio com o milho foi de 4.730 kg ha^{-1} , aos 107 DAE e, por um modelo ajustado, obteve-se a produção máxima de matéria seca estimada 519 g m^{-2} , aos 180 DAE. Portes et al. (2000) obtiveram o valor de 2.536 kg ha^{-1} , aos 82 DAE. A taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) da braquiária, em consórcio com o milho, foi de 66

kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 61 DAE, superior à encontrada por Portes et al. (2000), de 50 kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 70 DAE, este porém obtido em área antes com pastagem e solo degradados.

A braquiária consorciada com o milho, de acordo com Portes et al. (2000), antecipa o seu ciclo, devido ao gradual aumento no sombreamento causado pelas plantas do milho levando, presumivelmente, a um ineficiente suprimento de fotoassimilados.

A Fig. 6 ilustra a produção de matéria seca e a taxa instantânea de crescimento da cultura da braquiária em consórcio com o milho.

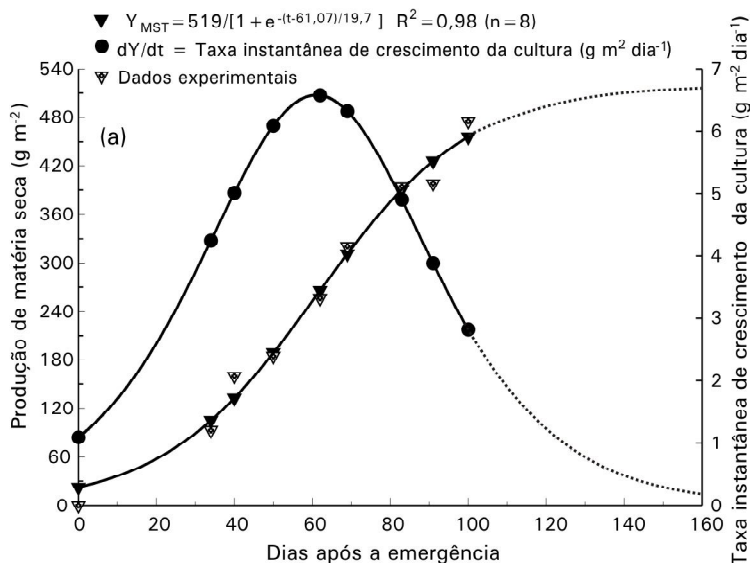


Fig. 6. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura da braquiária em consórcio com o milho, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

As curvas de produção de matéria seca total do guandu e de taxa instantânea de crescimento de cultura (TCC) são mostradas na Fig. 7. A produção de matéria seca do guandu foi de 15.700 kg ha⁻¹, aos 123 DAE. Magalhães et al. (2003) relataram a produção de 19.900 kg ha⁻¹, aos 155 DAE, enquanto que Alvarenga et al. (1995) encontraram o valor de 17.900 kg ha⁻¹, por ocasião do florescimento. A TCC máxima foi obtida aos 94 DAE, com um valor de 31,6 g m⁻²dia⁻¹.

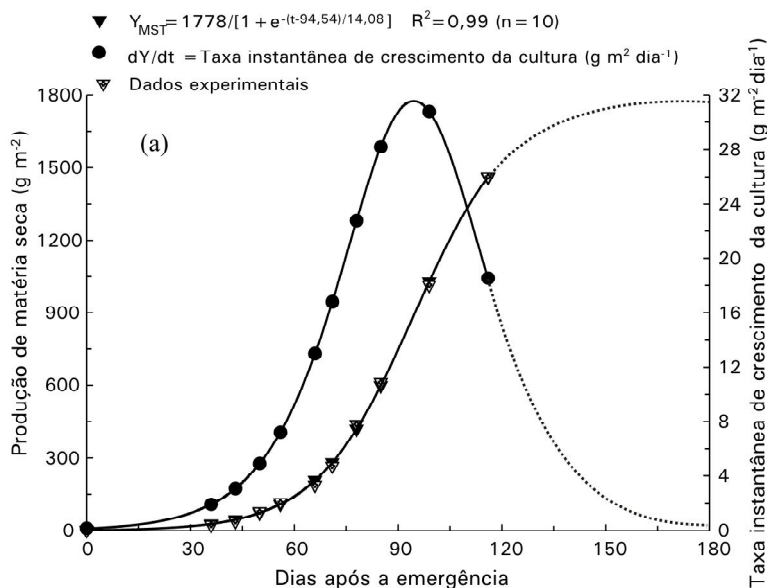


Fig. 7. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do guandu, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

Na Fig. 8 são ilustradas a produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento da cultura do milho. Braz (2003) estimou a produção máxima em 599 g m⁻², alcançada aos 120 DAE, tempo este superior aos 85 DAE, cuja produção observada de matéria seca total atingiu 584 g m⁻². Este valor está razoavelmente próximo do valor máximo, uma vez que este foi estimado por um modelo de crescimento assintótico, e, além disso, concorda com os valores encontrados por outros autores. Salton e Kichel (1998) obtiveram a produção de 5.000 kg ha⁻¹, aos 60 dias após a semeadura, enquanto que Teixeira Neto (2002) e Bertin et al. (2003) obtiveram a produção de 3.998 kg ha⁻¹ e 5.650 kg ha⁻¹, respectivamente, aos 90 dias após a emergência.

A produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento do mombaça são apresentadas na Fig. 9. Pela equação ajustada, a produção de matéria seca total estimada foi de 1.820 g m⁻², aos 120 DAE. Este tempo é maior do que o obtido aos 86 DAE, cuja estimativa foi de 1.706 g m⁻² (17.060 kg ha⁻¹). Todavia, o alto grau de ajustamento do modelo utilizado ($R^2 = 0,99$) aos dados observados, fornece uma estimativa confiável. Cecato et al. (2000) alcançaram as seguintes produções e respectivas alturas de corte: período chuvoso – 21146 kg ha⁻¹ (altura de corte de 20 cm) e 19872 kg ha⁻¹ (40 cm); e no período seco – 5753 kg ha⁻¹ (20 cm) e 4648 kg ha⁻¹ (40 cm). Segundo Sementes Matsuda (2001), a produção de forragem do mombaça varia de

28 a 30 t matéria seca $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, enquanto que Valentim e Moreira (1994) encontraram a produção de matéria seca de 19 t $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$. A TCC máxima foi de 43,0 g $\text{m}^2 \text{dia}^{-1}$, obtida aos 56 DAE.

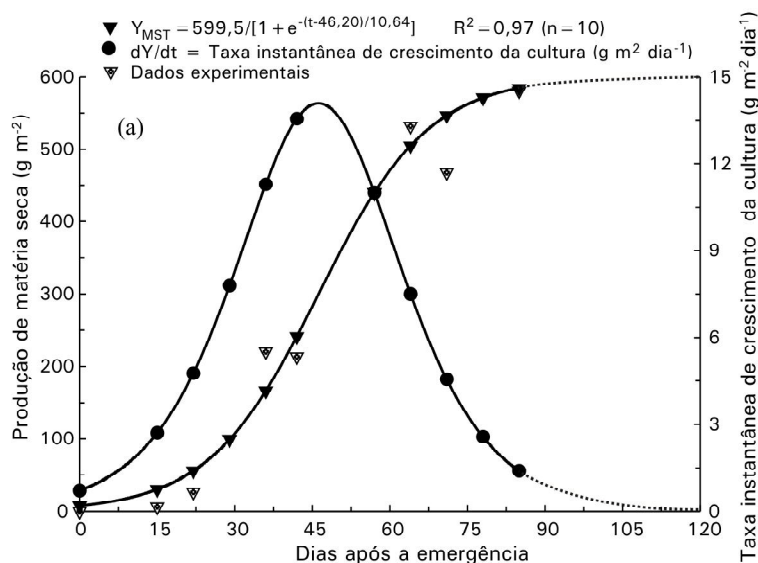


Fig. 8. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do milho, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

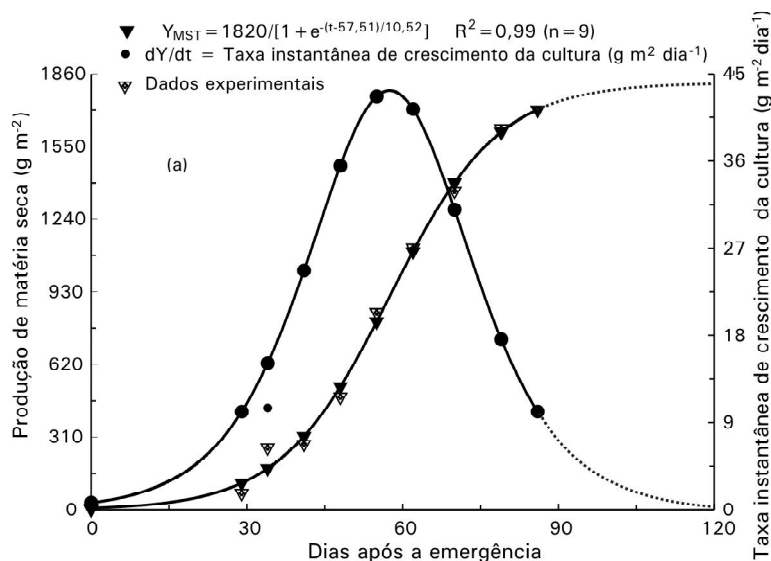


Fig. 9. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura de mombaça, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A Fig. 10 mostra a produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento da cultura do sorgo. Pela equação ajustada, estimou-se a produção máxima de matéria seca total que foi de 2.220 g m⁻², atingida somente aos 120 DAE, tempo este superior aos 74 DAE de coleta dos dados do presente estudo. A produção de matéria seca do sorgo granífero foi de 16.250 kg ha⁻¹, aos 74 DAE. Carvalho (1979) relatou uma produção de 12.000 kg ha⁻¹, aos 99 DAE, enquanto Silva et al. (2003) atingiram a produção de 9.435 kg ha⁻¹, após 55 dias da semeadura. A taxa instantânea máxima estimada foi de 45,1 g m⁻² dia⁻¹, aos 61 DAE.

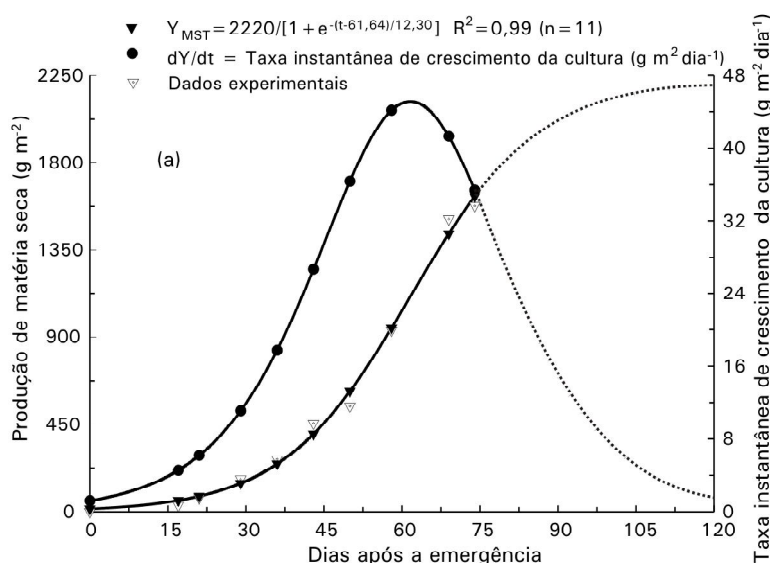


Fig. 10. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do sorgo, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A produção de matéria seca total e a taxa instantânea de crescimento da cultura do estilosantes são apresentadas na Fig. 11.

A produção máxima de matéria seca estimada foi de 617 g m⁻² (6.179 kg ha⁻¹), aos 180 DAE, tempo este superior ao da última coleta, aos 121 DAE.

Neste experimento, a produção observada de matéria seca do estilosantes foi de 409 g m⁻² (4.090 kg ha⁻¹), aos 121 DAE, valor este inferior àquele obtido por Rosa (2002), de 12.230 kg ha⁻¹, aos 159 DAE. Machado et al. (1998) obtiveram a produção de 6.223 kg ha⁻¹. A taxa instantânea máxima de crescimento da cultura obtida foi de 76 kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 107 DAE, sendo inferior ao alcançado por Rosa (2002), com um valor em torno de 170 kg ha⁻¹ dia⁻¹, aos 125 DAE.

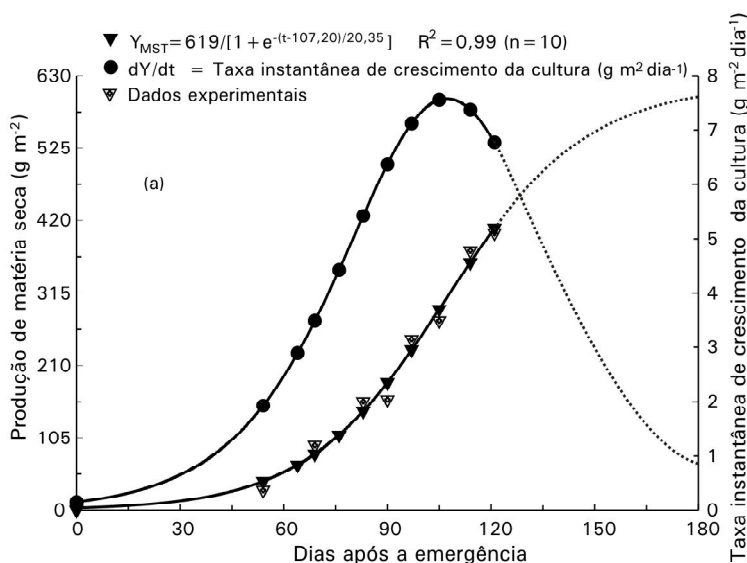


Fig. 11. Produção de matéria seca e taxa instantânea de crescimento da cultura do estilosantes, em função de dias após a emergência, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A comparação do crescimento entre as culturas de cobertura é mostrada na Tabela 11, onde estão inseridos os valores máximos estimados de produção de matéria seca total (MST), da taxa instantânea de crescimento da cultura (TCC), do índice de área foliar (IAF) e da taxa instantânea de crescimento do índice de área foliar (TCIAF), com os respectivos dias após a emergência. A seguir, serão apresentados, em ordem decrescente, os valores estimados de MST das gramíneas: Braquiária solteira > Sorgo > Milho > Mombaça > Milheto > Braquiária consorciada e, das leguminosas: Guandu > Estilosantes.

Em termos comparativos, tomando como referência a braquiária solteira (100%), a produção estimada de MST do sorgo atingiu 53% da braquiária, seguidos do milho com 47%, do mombaça com 44%, do milheto com 14% e da braquiária consorciada com 12%. Chama atenção a drástica queda de produção da braquiária consorciada, que, segundo Portes et al. (2000), pode ser atribuída à competição por luz, que, por sua vez, reduz a produção de fotoassimilados. Os valores estimados da taxa instantânea de crescimento da cultura (em $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) acompanham uma ordem decrescente similar, excetuando-se o mombaça, cujo ganho diário é praticamente igual àquele do sorgo.

Tabela 11. Resumo dos valores estimados de produção de matéria seca máxima total (MST), taxa instantânea máxima de crescimento da cultura (TCC), índice de área foliar (IAF) máximo e taxa instantânea máxima de crescimento do IAF (TCIAF), nos respectivos dias após a emergência (DAE), estimados pelas equações constantes nas Figs. 4 a 11, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

<i>Espécies</i>	<i>MST</i> <i>g m⁻²</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>	<i>TCC</i> <i>g m² da⁻¹</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>	<i>IAF</i> <i>m² m⁻²</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>	<i>TCIAF</i> <i>m² m² da⁻¹</i>	<i>DAE</i> <i>dias</i>
Gramíneas								
Braquiária solteira	4167	240	55,8	102	15,17	125	0,23	88
Sorgo	2220	120	45,1	61	4,98	67	0,11	39
Milho	1965	200	31,8	66	3,77	60	0,09	34
Mombaça	1820	120	43,0	56	10,81	81	0,25	55
Milheto	599	120	14,0	45	4,99	71	0,17	42
Braquiária consorciada	519	180	6,6	61	2,97	90	0,043	48
Leguminosas								
Guandu	1778	180	31,6	94	3,95	95	0,10	70
Estilosantes	617	180	7,6	107	19,6	212	0,20	150

Fonte: Braz (2003).

Entre as duas leguminosas estudadas, é importante notar-se a produtividade máxima atingida pelo guandu, comparável à de gramíneas, como o milho e a mombaça. O estilosantes, ao contrário, alcançou a produtividade máxima (estimada) de 35%, tendo como referência o guandu, e de apenas 15%, quando comparada a braquiária solteira.

A decomposição e a variação instantânea de massa das palhadas em função do tempo e consideradas na determinação dos coeficientes do modelo de Dalal e Mayer (1986), foi de 150 dias para todas as palhadas.

A Fig. 12a apresenta a equação de decomposição de massa da palhada da braquiária em função do tempo. O índice invariante (k dia⁻¹) de perda de massa (decomposição) estimado foi de 0,0094 dia⁻¹. Estimaram-se os valores de massa seca de 12.426 kg ha⁻¹ (massa Y_0) no tempo t_0 , e de 6.410 kg ha⁻¹ para 150 dias. A projeção estimada da decomposição (em linha pontilhada) para 360 dias chegou aos 4.728 kg ha⁻¹. Em termos relativos, a perda estimada de massa da palhada foi de 48% até os 150 dias observados e de 62% projetados para 360 dias.

Teixeira Neto (2002) verificou que a palhada da braquiária solteira mostrou um percentual de decomposição de 75%, aos 180 dias. Aidar et al. (2000) encontraram os seguintes valores de redução

da palhada da braquiária, 60% aos 120 dias e 42% aos 150 dias. Resultados semelhantes foram relatados por Rezende et al. (1999) com *Brachiaria humidicola*, onde 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.

A variação instantânea negativa mostra que há perda de massa da palhada da braquiária solteira, que no tempo t_0 foi de 75 kg ha⁻¹ dia⁻¹. As perdas são decrescentes e tendem ao equilíbrio em tempo superior a 360 dias.

A Fig. 12b mostra a equação de decomposição da massa seca da palhada de braquiária em consórcio com o milho, em função do tempo, com índice invariante (k dia⁻¹) de decomposição da massa de 0,0057 dia⁻¹. Os valores estimados de massa inicial (Y_0) da palhada foram de 3889 kg ha⁻¹, no tempo t_0 e no tempo de equilíbrio, o valor estimado foi de 74 kg ha⁻¹, em tempo superior a 360 dias. A perda relativa de massa seca foi de 56%, até os 150 dias, e de 86%, para os 360 dias projetados. Estes valores são semelhantes aos de Wisniewski e Holtz (1997), que constataram decomposição mais lenta da palhada de milho, com perdas de 49% de massa em 149 dias. Aidar et al. (2000) relataram que a redução de fitomassa variou de 57%, na palhada do milho solteiro, e 46%, na da braquiária em consórcio com o milho, aos 107 dias. Teixeira Neto (2002), ao contrário, mostrou que as palhadas da braquiária consorciada com milho e do milho solteiro, possuem um percentual de decomposição de 66% e 77%, aos 180 dias, respectivamente.

A variação instantânea negativa da massa palhada de braquiária em consórcio com milho mostra que no tempo inicial (t_0) a perda foi de 22 kg ha⁻¹ dia⁻¹, com tendência ao equilíbrio em tempo superior a 360 dias projetados.

Na Fig. 13a encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do guandu, com índice invariante (k dia⁻¹) de perda de massa de 0,0115 dia⁻¹. No tempo inicial (t_0) estimou-se o valor de 5606 kg ha⁻¹ (massa Y_0), e no tempo de equilíbrio (Y_e), de 1151 kg ha⁻¹, em tempo maior que os 360 dias projetados. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 65%, até os 150 dias observados, e de 79%, projetado para 360 dias. A tendência ao equilíbrio já se constata a partir dos 300 dias decomposição, como pode ser verificado pela Fig. 13a. Pelá et al. (1999) relataram que o guandu não apresentou uma porcentagem de perda de 49,36%, decorridos 73 dias após o manejo, mostrando-se resistente ao ataque microbiano, muito embora seja uma leguminosa com relação C/N mais baixa.

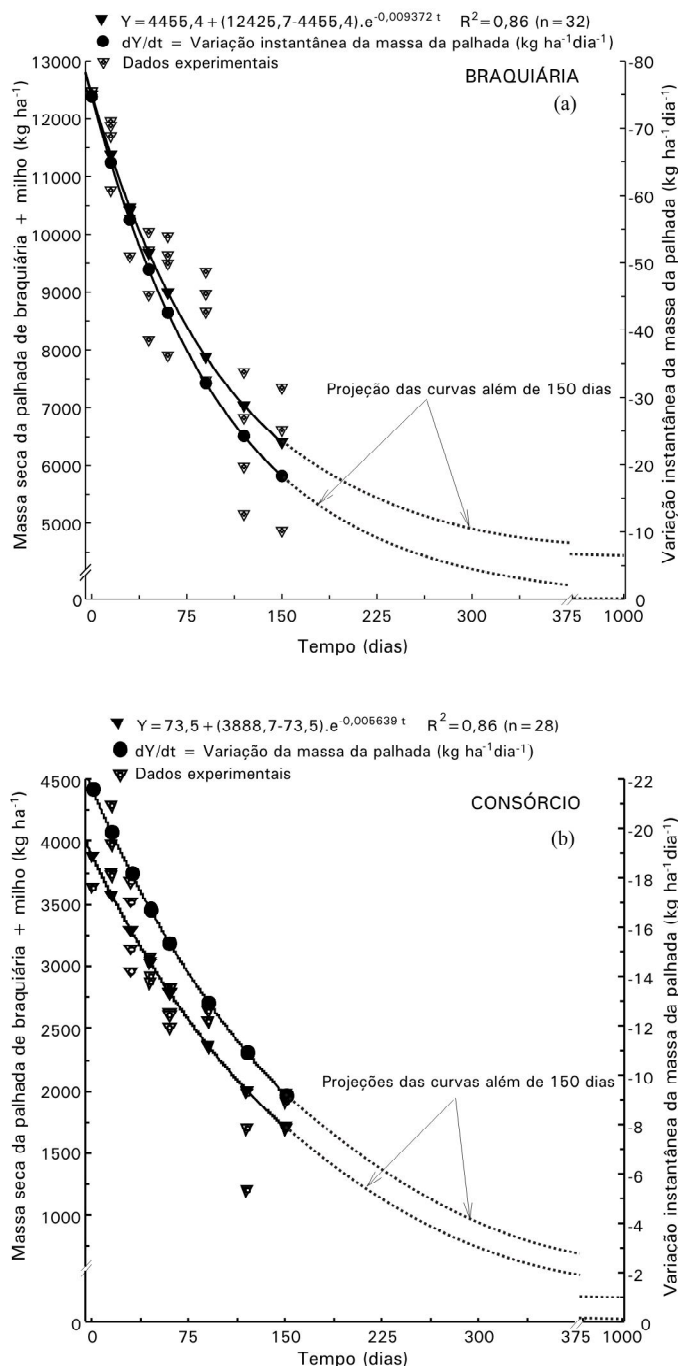


Fig. 12. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada da braquiária solteira (a) e da braquiária em consórcio com o milho (b), em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A variação instantânea negativa da massa do guandu é mostrada na Fig. 13a, em que no tempo inicial a perda foi de $51 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. As perdas de massa são decrescentes, com tendência ao equilíbrio em tempos próximos de 360 dias.

Na Fig. 13b encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do milho, com índice invariante k de $0,015 \text{ dia}^{-1}$ que, no tempo inicial (t_0) estima o valor de 6258 kg ha^{-1} (Y_0), e no tempo de equilíbrio (Y_e), o valor de 2223 kg ha^{-1} , em tempo maior que 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 58%, até os 150 dias, e de 65%, projetados para 360 dias.

Pelá et al. (1999) constataram que o milho é um material persistente no solo, encontraram uma percentagem de perda de 66%, aos 73 dias. A persistência do milho foi atribuída à composição do material, com maiores teores de lignina e celulose, que são mais resistentes à decomposição. Silva et al. (2003) relataram a porcentagem de decomposição da palhada do milho de 81,18%, no período de 137 dias.

A variação instantânea negativa da massa do guandu é mostrada na Fig. 13a, em que, no tempo inicial, a perda foi de $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com tendência ao equilíbrio, em tempos próximos dos 360 dias projetados.

Na Fig. 14a encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do mombaça, com índice invariante k de $0,0183 \text{ dia}^{-1}$ que, no tempo inicial (t_0) estima o valor de 8059 kg ha^{-1} (Y_0), e no tempo de equilíbrio, 2569 kg ha^{-1} (Y_e), em tempo aquém de 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 64%, até os 150 dias, e de 69%, projetados para 360 dias.

A variação instantânea de massa da palhada do mombaça é mostrada na Fig. 14a, que na condição inicial foi de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com valores decrescentes que tendem ao equilíbrio em tempos inferiores aos 360 dias projetados.

A Fig. 14b mostra a equação de decomposição da massa seca da palhada do sorgo, com índice invariante k de $0,0175 \text{ dia}^{-1}$. Encontraram-se os valores de 6746 kg ha^{-1} (Y_0) e de 941 kg ha^{-1} (Y_e) nos tempos inicial (t_0) e de equilíbrio (Y_e), respectivamente. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 80%, até os 150 dias observados, e de 86%, projetados para 360 dias.

A variação instantânea de massa da palhada de sorgo (Fig. 14b) significa que ocorre uma perda decrescente, que no tempo inicial foi de $102 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com tendência ao equilíbrio em tempo inferior a 360 dias.

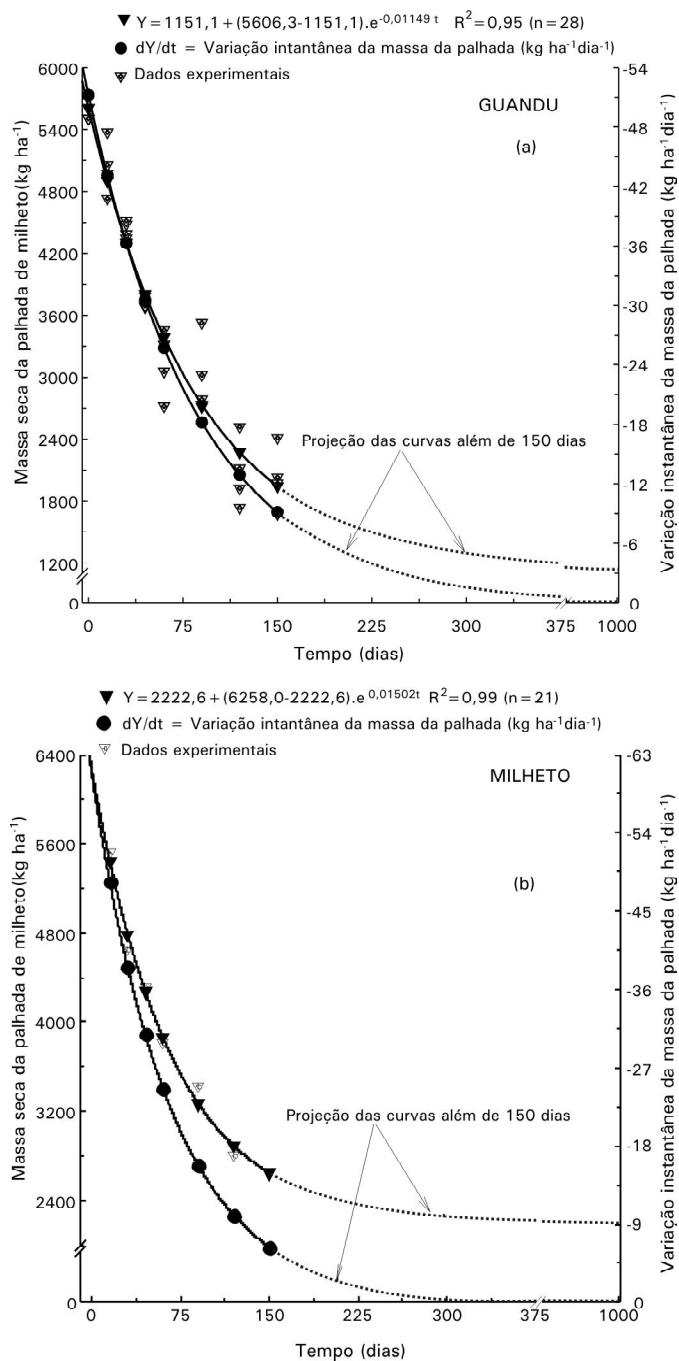


Fig. 13. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada do guandu (a) e do milho (b), em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

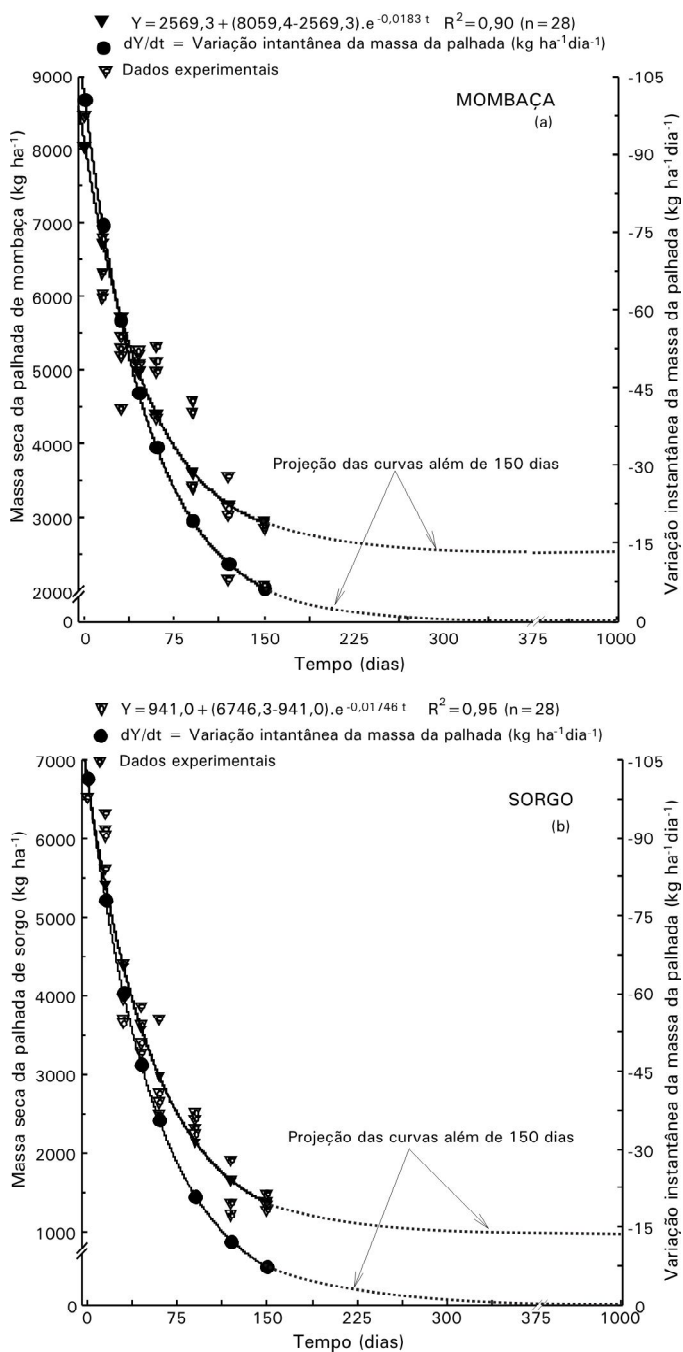


Fig. 14. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada mombaça (a) e do sorgo (b), em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

Na Fig. 15 encontra-se a equação de perda de massa seca da palhada do estilosantes, com índice invariante k de $0,0133 \text{ dia}^{-1}$, que, no tempo inicial (t_0) estima o valor de 3536 kg ha^{-1} (Y_0), e no tempo de equilíbrio (Y_e), de 593 kg ha^{-1} , em tempo superior a 360 dias. A perda relativa de massa seca da palhada foi de 72%, até os 150 dias observados, e de 83%, projetados para 360 dias.

A variação instantânea negativa de perda de massa do estilosantes no tempo inicial foi de $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Fig. 15), com tendência ao equilíbrio em tempo próximo a 360 dias.

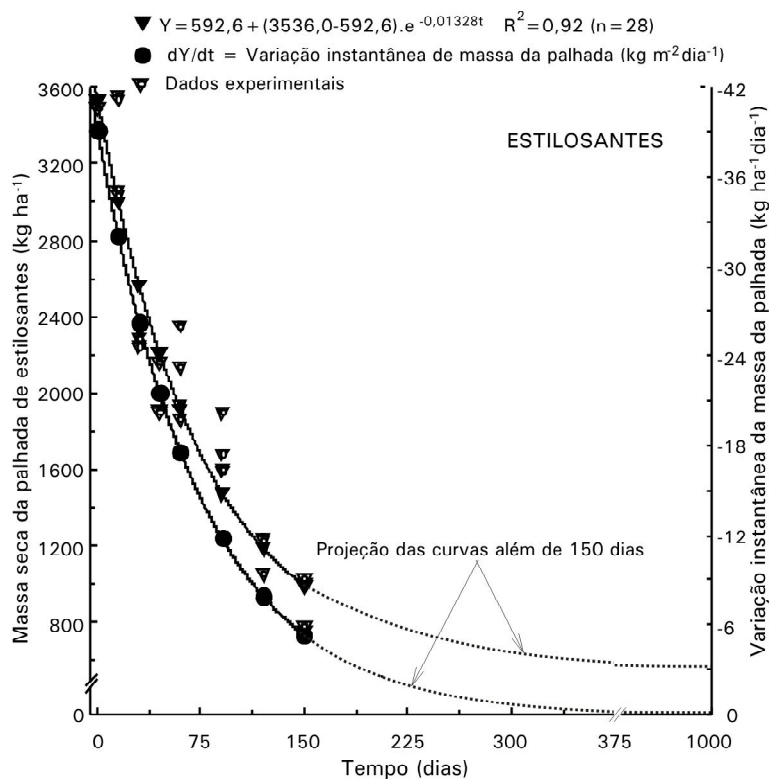


Fig. 15. Decomposição e variação instantânea da massa seca da palhada de estilosantes, em função do tempo, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

Fonte: Braz (2003).

A Tabela 12 apresenta um resumo dos valores estimados de massa seca das palhadas na condição inicial (MSPTI), os índices invariantes ($k \text{ dia}^{-1}$) de perda de massa das palhadas, as perdas relativas estimadas de massa das palhadas aos 150 dias (PR_{150}) e aos 360 dias

(PR_{360}), as variações instantâneas de perda de massa no tempo inicial (VITI) e os tempos de tendência ao equilíbrio da perda massa das palhadas (TE – dias).

A seguir, são mostrados em ordem decrescente os valores estimados de massa seca das palhadas na condição inicial MSPTI, tomando-se como referência a braquiária (100%): Mombaça – 65%, Sorgo – 54%, Milheto – 50%, Braquiária consorciada – 31%, Guandu – 45% e Estilosantes – 28%.

Tabela 12. Resumo dos valores estimados da massa seca das palhadas no tempo inicial (MSPTI), índice invariante ($k \text{ dia}^{-1}$), perda relativa de massa da palhada aos 150 dias (PR_{150}) e a projetada para 360 dias (PR_{360}), variação instantânea de perda de massa da palhada no tempo inicial (VITI) e tempo de tendência ao equilíbrio (TE), estimados a partir das equações das Figs. 12 a 15, Santo Antônio de Goiás, GO, 2002.

<i>Espécies</i>	<i>MSPTI</i> <i>kg ha⁻¹</i>	<i>k</i> <i>dia⁻¹</i>	<i>PR₁₅₀</i> —%—	<i>PR₃₆₀</i>	<i>VITI</i> <i>kg ha⁻¹dia⁻¹</i>	<i>TE</i> <i>dias</i>
Gramíneas						
Braquiária solteira	12426	0,0094	48	62	75	> 360
Mombaça	8059	0,0183	64	69	100	< 360
Sorgo	6746	0,0175	80	86	102	< 360
Milheto	6258	0,0150	58	65	60	< 360
Braquiária consorciada	3889	0,0057	56	86	22	> 360
Leguminosas						
Guandu	5606	0,0115	65	79	51	> 360
Estilosantes	3536	0,0133	72	83	39	< 360

Fonte: Braz (2003).

Numa avaliação geral, pode-se dizer que quanto maiores 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 serão os tempos necessários para a tendência ao equilíbrio (TE – dias). Desta 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 mais altos os índices de decomposição de resíduos sobre os solos, tanto mais frágeis são considerados os materiais e vice-versa.

No presente estudo, as palhadas mais frágeis ou menos persistentes são, em ordem decrescente: mombaça > sorgo > milho > estilosantes > guandu > braquiária solteira > braquiária consorciada. Sugere-se, em trabalhos futuros, estabelecer relações entre as partes folhosas e colmos, para avaliar as suas taxas de decomposição relativas.

Os índices invariantes k (dia^{-1}), estimados a partir das equações constantes nas Figs. 12 a 15, mostraram a seguinte ordem decrescente: a) gramíneas: Mombaça > Sorgo > Milho > Braquiária solteira > Braquiária consorciada; e b) leguminosas: Estilosantes > Guandu. Estes índices fornecem estimativas estanques 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 em função do tempo, que são obtidas pela derivada primeira dessas mesmas funções. Daí resultam as variações instantâneas de perda de massa das diferentes palhadas por área e por tempo ($\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$), como estão arroladas na Tabela 12.

Desta forma, em termos de perdas relativas de massa das palhadas aos 150 dias, tomando como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: a) gramíneas: Sorgo – 80% > Mombaça – 64% > Milho – 58% > Braquiárias – 56% e 48%; e b) leguminosas: Estilosantes – 72% > Guandu – 65%. Porém, quando as perdas relativas de massa são projetadas para 360 dias, tomando como referência o tempo inicial, estabeleceu-se a ordem decrescente: a) gramíneas: Sorgo e Braquiária consorciada – 86% > Mombaça – 69% > Milho – 65% > Braquiária solteira – 62%; e b) leguminosas: Estilosantes – 83% > Guandu – 79%.

Referências

- AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G. da; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-till system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 43, p. 150-151, Mar. 2000.
- ALVARENGA, R. G.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, fev. 1995.

AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de Cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Cerrados**: fronteira agrícola do século 21: resumos. Goiânia: SBCS, 1993. v. 3, p. 121-122.

BALBINO, L. C.; STONE, L. F.; COBUCCI, T.; CUNHA, E. Q. Sistema Santa Fé: uso da associação de grãos-pastagem em plantio direto na recuperação das propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO MUNDIAL SOBRE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 2., 2003, Foz do Iguaçu. **Produzindo em harmonia com a natureza**: resumos expandidos. Londrina: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2003. p. 183-185.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CAMILOTTI, F.; SILVA, A. R.; MORAIS, M. Avaliação de plantas de cobertura utilizadas em pré-safra ao milho em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

BRAZ, A. J. B. P. **Fitomassa e decomposição de espécies de cobertura do solo e seus efeitos na resposta do feijoeiro e do trigo ao nitrogênio**. 2003. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

CARVALHO, O. S. **Acumulação de matéria seca, produção de grãos, absorção e distribuição de nutrientes do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench.) em função da adubação nitrogenada**. 1979. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CECATO, U.; MACHADO, A. O.; MARTINS, E. N.; PEREIRA, L. A. F.; BARBOSA, M. A. A. de F.; SANTOS, G. T. dos. Avaliação da produção e de algumas características da rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 660-668, maio/jun. 2000.

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. de O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 444-458.

COSTA, J. L. da S. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. S37-S38, ago. 2002. Suplemento. Edição de Resumos do XXXV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Recife, PE, ago. 2002.

COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.

DALAL, R. C.; MAYER, R. J. 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**, Victoria, v. 24, n. 2, p. 281-292, 1986.

FERREIRA, A. de M. **Emergência, crescimento e senescência de uma cultivar de braquiária em condições dos Cerrados**. 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé – tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M. Bean yield as affected by mulch from different crop residues. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 44, p. 69-70, Mar. 2001.

KLUTHCOUSKI, K.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

MACHADO, E. C.; FAHL, J. I.; PEREIRA, A. R.; ARRUDA, H. V.; SILVA, W. J. da. Análise de crescimento de quatro variedades de milho em três diferentes populações. I. Análise quantitativa do crescimento através de funções ajustadas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., 1980, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1980. p. 67.

MACHADO, F. A.; NASCIMENTO, M. do P. S. C. B.; NASCIMENTO, H. T. S. do. **Avaliação de acessos do gênero *Stylosantes* para produção de feno.** Teresina: Embrapa Meio Norte, 1998. 3 p. (Embrapa Meio Norte. Pesquisa em andamento, 75.)

MAGALHÃES, V. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; COSTA, J. P. V.; SANTANA, C. S. Produção de fitomassa e de acúmulo de nitrogênio em leguminosas para utilização em sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, R. M. de. **Resposta do feijão de inverno a doses de nitrogênio no sistema plantio direto e efeito de palhadas no desenvolvimento do mofo branco.** 2001. 88 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PELÁ, A.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A de M.; SILVA, C. J. da; ZUCARELI, C.; DEBARLI, L. D.; MATTER, U. F. Avaliação da resistência a decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 53, p. 26, set./out. 1999.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S. I. C. de; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise de crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, jul. 2000.

REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic Forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, New Jersey, v. 54, n. 2, p. 99-112, 1999.

ROMAN, E. S.; VELLOSO, J. A. R. de O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: PLANTIO DIRETO no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 77-103.

ROOS, L. C. Impacto econômico da integração agricultura-pecuária em plantio direto. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 25-30.

ROSA, S. R. A. da. **Efeito da competição interespecífica no crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e de Engenharia de Alimento, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. Milheto, uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 45, p. 41-43, maio/jun. 1998.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; BROCH, D. L.; FABRÍCIO, A. C. **Alterações em atributos físicos do solo decorrentes da rotação soja – pastagem, no Sistema Plantio Direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 10).

SARAIVA, O. F.; TORRES, E. **Estimação da cobertura do solo por resíduos culturais**. Londrina: EMBRAPA–CNPSo, 1993. 4 p. (EMBRAPA–CNPSo. Pesquisa em andamento, 14).

SEGUY, L.; BOUZINAC, S. R.; MATSUBARA, M. **Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste**: I. destaques 1992 e síntese atualizada 1986/92. II. gestão ecológica dos solos: relatório. Lucas do Rio Verde: CIRAD, 1992. 107 p. (Convênio RAP/CIRAD-CA Fazenda Progresso).

SEMENTES MATSUDA. **Sementes para pastagem**. Álvares Machado, 2001. Não paginado.

SILVA, F. L.; COLLIER, L. S.; LAURINDO, P. C.; MENDES, M. M.; FISHER, E. C. Potencial de restituição de nutrientes através de plantas de cobertura em plantio direto no Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

STONE, L. F.; BALBINO, L. C.; COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. Efeito do ambiente antecessor em alguns atributos do solo e na produtividade do feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). **Resultados obtidos na área polo de feijão no período de 2002 a 2004**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 53-59. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).

STOTT, D. E.; ALBERTS, E. E.; WELTZ, M. A. Residue decomposition and management. In: FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. (Ed.). **Hillslope profile and watershed model documentation**. West Lafayette: USDA, 1995. Cap. 9.

TEIXEIRA NETO, M. L. **Efeito de espécies vegetais para cobertura, no sistema plantio direto na região dos cerrados, sobre as propriedades do solo**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

VALENTIM, J. F.; MOREIRA, P. **Vantagens e limitações dos capins Tanzânia-1 e Mombaça para a formação de pastagens no Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-Acre, 1994. 3 p. (EMBRAPA-CPAF-Acre. Comunicado técnico, 60.)

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, nov. 1997.