

ISSN 1678-9644

Junho, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 301

Época de Dessecação de Plantas de Cobertura para o Plantio do Arroz de Terras Altas

*Adriano Stephan Nascente
Carlos Alexandre Costa Crusciol*

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533-2110
Fax: (62) 3533-2100
www.cnpaf.embrapa.br
cnpaf.sac@embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Pedro Marques da Silveira*
Secretário Executivo: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Membros: *Camilla Souza de Oliveira*
Luciene Frões Camarano de Oliveira
Flávia Rabelo Barbosa Moreira
Ana Lúcia Delalibera de Faria
Heloisa Célis Breseghello
Márcia Gonzaga de Castro Oliveira
Fábio Fernandes Nolêto

Supervisão editorial: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Tratamento de ilustrações: *Fabiano Severino*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

Versão online (2014)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Nascente, Adriano Stephan.

Época de dessecação de plantas de cobertura para o plantio do arroz de terras altas / Adriano Stephan Nascente, Carlos Alexandre Costa Crusciol. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2014.

32 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 301)

1. Arroz - Planta de cobertura - desidratação. 2. Arroz - Plantio direto.
I. Crusciol, Carlos Alexandre Costa. II. Título. III. Embrapa Arroz e Feijão. IV. Série.

CDD 633.188 (21. ed.)

© Embrapa 2014

Autores

Adriano Stephan Nascente

Engenheiro agrônomo, Doutor em Agronomia,
pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão,
Santo Antônio de Goiás, GO,
adriano.nascente@embrapa.br

Carlos Alexandre Costa Crusciol

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Agronomia,
professor titular da Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP, Botucatu, SP,
crusciol@fca.unesp.br

Apresentação

O Sistema Plantio Direto, devido aos benefícios proporcionados ao solo e ao meio ambiente, vem tendo um rápido crescimento, sendo atualmente utilizado em mais da metade da área agrícola do Brasil. Nesse sistema, as principais culturas utilizadas são soja, milho, algodão, feijão, assim como também o arroz. Neste sentido, as plantas de cobertura cultivadas antes da semeadura do arroz podem ser utilizadas para proporcionar alterações no solo que resultem em melhor desenvolvimento da cultura.

Esta publicação mostra dados relevantes de espécies de plantas de cobertura que podem ser utilizadas e que proporcionam incrementos significativos na produtividade de grãos do arroz no ambiente terras altas, quando dessecadas no momento adequado, antes da semeadura da cultura. Espera-se que este trabalho sirva de referência para consolidar o cultivo do arroz de terras altas no Sistema Plantio Direto.

Flávio Breseghello
Chefe Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Sumário

Introdução	9
Quantidade de matéria seca das plantas de cobertura no dia da semeadura do arroz.....	15
Teor de ácido chiquímico, estande e acúmulo de matéria seca de plântulas, componentes de produção e produtividade do arroz	16
Considerações gerais	26
Referências	26

Época de Dessecação de Plantas de Cobertura para o Plantio do Arroz de Terras Altas

Adriano Stephan Nascente

Carlos Alexandre Costa Crusciol

Introdução

O arroz é alimento básico que faz parte da dieta de metade da população mundial. A maior parte desse cereal é cultivada no sistema irrigado por inundação controlada. No entanto, o aumento do consumo industrial e humano de água tem causado redução da disponibilidade dos recursos hídricos para irrigação da cultura, exigindo a busca por alternativas que possibilitem a produção de arroz com maior economia de água.

Como opção, tem-se a produção do arroz em condições aeróbicas, denominado no Brasil de ecossistema de Terras Altas, que pode ser cultivado no sistema Irrigado por Aspersão ou no sistema de Sequeiro. Dentre estes, predomina o cultivo do arroz no sistema de Sequeiro, que nas condições do Cerrado, normalmente, está sujeito à distribuição irregular de chuvas, o que ocasiona deficit de água nas plantas e constantes frustrações de safra. Os efeitos são mais prejudiciais quando ocorre veranico na fase reprodutiva, que é o período de desenvolvimento da planta mais sensível à deficiência hídrica. Assim, necessário se faz o desenvolvimento de tecnologias que favoreçam a maior conservação da umidade do solo, de forma a atenuar os efeitos dessa distribuição irregular das chuvas.

Nesse sentido, tem-se o Sistema Plantio Direto (SPD), em que, devido à manutenção de palha na superfície do solo, ocorre aumento na infiltração e armazenamento da água, bem como redução de sua evaporação em relação ao preparo convencional (PC). No entanto, a cultura do arroz de terras altas não tem tido bom desenvolvimento nesse sistema, sendo observada, frequentemente, menor produtividade de grãos em relação ao cultivo no PC. Por meio dos resultados de pesquisas, foi possível levantar algumas causas para a redução na produtividade de grãos, dentre elas a compactação do solo e o balanço nitrato amônio no solo.

O uso de plantas de cobertura no SPD pode ser importante ferramenta para viabilizar o arroz nesse sistema (NASCENTE et al., 2013a, 2013b). As plantas de cobertura podem ser utilizadas para romper camadas compactadas e sua palha pode reduzir a evaporação de água e conservar a umidade do solo por mais tempo, aumentar a ciclagem de nutrientes e matéria orgânica do solo, alterar o balanço nitrato amônio e, portanto, propiciar condições para o melhor desenvolvimento das plantas de arroz. Nesse sentido, outro aspecto que deve ser avaliado é o intervalo de tempo entre a dessecação dessas plantas de cobertura e a semeadura do arroz, uma vez que esse manejo normalmente é feito com o herbicida glifosato, e seu efeito sobre as plantas é lento e a cobertura demora alguns dias para secar completamente. Assim, quando da aplicação do herbicida próximo da semeadura, as plantas de cobertura ainda se encontram vivas e eretas, dificultando a operação de semeadura e podendo causar sombreamento inicial nas plântulas da cultura subsequente, prejudicando seu desenvolvimento inicial com reflexos negativos na produtividade de grãos. Existe também a possibilidade de exudação do herbicida da planta de cobertura para a cultura agrícola.

Com o objetivo de se determinar o efeito da época de dessecação de plantas de cobertura nos teores de ácido chiquímico das plantas, componentes de produção e produtividade de grãos do arroz de terras altas no SPD, pesquisas foram conduzidas na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás.

Nesse experimento o solo foi classificado como Latossolo Vermelho ácrico com textura argilosa. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 4, arranjado em parcelas subdivididas, com três repetições em dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010). Os tratamentos foram constituídos por cinco coberturas vegetais [1 – pousio (vegetação espontânea), 2 – *Panicum maximum* Jacq. cv. Colômbio, 3 – *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. and C.M. Evrard, 4 – *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu, e 5 – *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. cv. BN-2] e quatro épocas de dessecação [-30, -20, -10 e 0 (aplique e plante) dias antes da semeadura do arroz]. O arroz foi semeado nos dias 21/11/2008 e 13/11/2009, utilizando-se a cultivar BRS Sertaneja no espaçamento de 0,35 m com 80 sementes por metro. As sementes foram tratadas com o inseticida/fungicida fipronil + metil tiofanato + piraclostrobina (Standak Top), utilizando-se 100 g i.a. 100 kg sementes⁻¹. A adubação constou de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-16, na semeadura, 44 kg ha⁻¹ de N (ureia), um dia após, e, essa mesma quantidade (44 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia), em cobertura, aos 45 dias após a emergência do arroz, sendo ambas realizadas na entrelinha da cultura mediante distribuidora de fertilizantes dotada de disco de corte de palha para incorporação. Os resultados serão relatados a seguir.

A época de dessecação afetou significativamente a quantidade de matéria seca das plantas de cobertura na superfície do solo no dia da semeadura do arroz (Tabela 1). Dessa forma, os dados foram ajustados, para todas as plantas de cobertura, a equações lineares (Figura 1). As dessecações mais próximas do dia da semeadura do arroz proporcionaram maiores quantidades de matéria seca na superfície do solo. Isso ocorreu por que plantas desseccadas 30 dias antes da semeadura paralisaram seu crescimento e, possivelmente, já iniciaram o processo de degradação da palha, o que pode ter causado, inclusive, redução do acúmulo de matéria seca, constatado no dia da semeadura do arroz. Por outro lado, as plantas desseccadas aos 20 dias, dez dias e no dia da semeadura do arroz tiveram mais tempo para se desenvolverem e acumularem matéria seca, e somente após a dessecação iniciaram a degradação de sua palha.

O milho proporcionou as menores quantidades de matéria seca na superfície do solo, no dia da semeadura do arroz, em todas as épocas avaliadas, com valores similares aos das plantas que compuseram o pousio, diferindo das demais plantas de cobertura (Tabela 2 e Figura 1). Essa menor quantidade de matéria seca na superfície do solo no dia da semeadura do arroz ocorreu por que o milho é planta anual e, dessa forma, após o final do ciclo vital ocorreu a liberação de sementes para o solo (julho). Assim, com o início do período chuvoso subsequente (set./out.), essas sementes germinaram e ocorreu o reestabelecimento de plantas que se desenvolveram, sendo dessecadas de acordo com o planejado. Portanto, as plantas tiveram menos tempo para acumular biomassa em relação ao tratamento pousio e às espécies perenes. O milho, quando semeado entre outubro e novembro, pode acumular até 15 Mg ha⁻¹ de matéria seca, entretanto, se cultivado na safrinha, limita-se a cerca de 5 Mg ha⁻¹ (BOER et al., 2007; PACHECO et al., 2011a, 2011b; SALTON; KICHEL, 1998). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Pacheco et al. (2011a) e Torres et al. (2005), que obtiveram para o milho, na região dos Cerrados, 3,6 e 4,1 Mg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Além disso, o milho é extremamente sensível à aplicação do glifosato, uma vez que, após a dessecação, em sete dias constata-se 70% das plantas já completamente secas (MONQUERO et al., 2010), ou seja, nas dessecações realizadas aos 30, 20 e dez dias, é provável que houvesse maior acúmulo de matéria seca do que o constatado no dia da semeadura do arroz, devido ao início do processo de degradação da palha. Com base nos resultados, é possível inferir que para se obter maior quantidade de palha na superfície do solo no dia da semeadura do arroz, a dessecação do milho deve ser realizada mais próxima do dia da semeadura, uma vez que essa planta é muito sensível ao glifosato, iniciando rapidamente, após a dessecação, a degradação da palha. Com relação às plantas daninhas, que compuseram o tratamento pousio, verificou-se quantidade de matéria seca na superfície do solo, no dia da semeadura do arroz, variando de 3,3 a 7,4 Mg ha⁻¹ (Tabela 3 e Figura 4). Plantas daninhas possuem características de rápido crescimento e acúmulo de matéria seca, grande eficiência na extração de água e nutrientes do solo, além de possuírem maior adaptabilidade

às condições adversas, como estratégia de sobrevivência (COBUCCI, 2001; NASCENTE et al., 2004; PITELLI, 1985). No entanto, apesar de as plantas daninhas acumularem matéria seca que poderia ser utilizada como palhada no SPD, elas possuem crescimento desuniforme, devido à composição variada de espécies, e má distribuição no solo. Além disso, se não forem adequadamente controladas, podem competir por água, luz e nutrientes, causando redução na produtividade de grãos das culturas, servir de hospedeiras de pragas e doenças, dificultar as operações de colheita e, caso completem o ciclo, reinfestar a área (NASCENTE et al., 2004), não sendo, portanto, prática recomendada o uso do pousio para a formação de palhada no SPD. Segundo Albinot Junior et al. (2009), nos solos sob pousio ocorre incremento na infestação de plantas daninhas e a utilização de plantas de cobertura reduziu significativamente essa incidência. De acordo com Favero et al. (2000), tratamentos com apenas plantas espontâneas produziram menor quantidade de biomassa seca e acumularam menos nutrientes do que os tratamentos com leguminosas.

Panicum maximum, *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria brizantha* não tiveram diferenças para a quantidade de matéria seca na superfície do solo no dia da semeadura do arroz, nas quatro épocas de dessecação (Tabela 1 e Figura 1). Além disso, essas plantas demoram mais a serem dessecadas pelo glifosato, corroborando com o relato de Monquero et al. (2010) de que, após 14 dias da aplicação do herbicida, em média, somente 65% das plantas estavam completamente secas. No presente trabalho, mesmo dessecações mais distantes da semeadura do arroz proporcionaram quantidades significativas de matéria seca, com valores superiores a 6 Mg ha⁻¹ nas dessecações realizadas aos 30 dias. Segundo Lopes et al. (1987), são necessários de 6 a 7 Mg ha⁻¹ de matéria seca para cobrir 100% do solo. Além disso, essas forrageiras possuem hábito perene, dessa forma já possuíam sistema radicular estabelecido no início do período chuvoso subsequente. Após o início das chuvas de verão, em setembro, elas rapidamente retomaram o crescimento e constatou-se quantidades significativas de fitomassa seca na superfície do solo no dia da semeadura do arroz em todas as épocas de dessecação,

alcançando valores superiores a 11 Mg ha⁻¹ (Tabela 1 e Figura 1). Corroborando essas informações, em diversos trabalhos descreve-se que essas espécies são conhecidas por produzirem grande quantidade de biomassa, terem tolerância ao deficit hídrico e boa capacidade de rebrota após o reinício das chuvas (NASCENTE; CRUSCIOL, 2012; PACHECO, 2009; PORTES et al., 2000; TIMOSSI et al., 2007). Dessa forma, essas espécies possuem importantes características que as credenciam para serem utilizadas na formação de palha para as culturas anuais no SPD (ALVARENGA et al., 2001; FERREIRA et al., 2010; NUNES et al., 2009).

Tabela 1. Quantidade de matéria seca na superfície do solo, determinada no dia da semeadura do arroz, em razão das plantas de cobertura e da época de aplicação do glifosato. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Plantas de cobertura	Época de aplicação do glifosato em relação à semeadura do arroz			
	-30 dias	-20 dias	-10 dias	0 dias
Mg ha ⁻¹				
Pousio	3,3 b*	4,6 b	6,4 b	7,4 b
<i>Panicum maximum</i>	7,4 a	8,3 a	10,4 a	11,6 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6,3 a	7,8 a	9,8 a	11,1 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	7,5 a	8,9 a	11,3 a	12,3 a
Milheto	2,3 b	3,9 b	4,2 b	5,1 b
Média (2008/2009)	6,7 a	8,2 a	9,5 a	10,9 a
Média (2009/2010)	4,0 b	5,2 b	7,4 b	8,2 b
Fatores	ANOVA (probabilidade do teste F)			
Plantas de cobertura (C)	<0,001			
Ano (A)	0,0434			
Época de dessecação (E)	<0,001			
C x A	0,1159			
C x E	<0,001			
A x E	0,3278			
C x A x E	0,5429			

*Mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste LSD ($p \leq 0,05$).

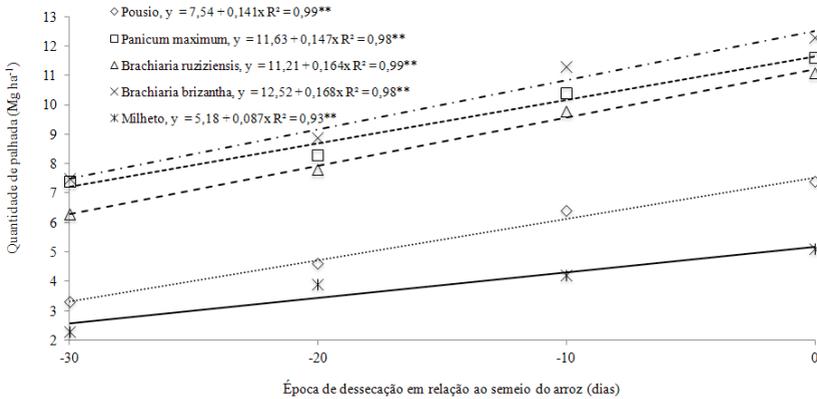


Figura 1. Quantidade de matéria seca das plantas de cobertura no dia da semeadura do arroz, em razão da época de dessecação em relação à semeadura. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Quantidade de matéria seca das plantas de cobertura no dia da semeadura do arroz

De maneira geral, as plantas de cobertura se desenvolveram melhor na safra 2008/2009 do que na safra 2009/2010 (Tabela 1). Esse maior acúmulo de matéria seca observado em 2008/2009 provavelmente ocorreu porque na primeira safra, com exceção do milheto, as plantas de cobertura foram implantadas no início do período chuvoso (novembro de 2007). Enquanto que, na segunda safra, a semeadura das plantas de cobertura ocorreu em março de 2009, após a colheita do arroz, ou seja, no primeiro ano, as plantas de cobertura se desenvolveram por período superior ao segundo ano. No entanto, vale ressaltar que nas duas safras, mesmo atravessando todo o período seco, após o início do período chuvoso subsequente, as plantas de cobertura acumularam quantidade de matéria seca para proporcionar palha uniforme e bem distribuída na superfície do solo, suficiente para a condução do SPD. A exceção ocorreu no tratamento pousio, que produz matéria seca desuniforme e mal distribuída (NASCENTE et al., 2004). Dessa forma, a presença de matéria seca na superfície do solo na época da semeadura da cultura granífera é importante, uma vez que na região dos Cerrados o inverno é caracterizado pela baixa precipitação pluvial e temperaturas relativamente altas, compreendendo normalmente o período entre os meses de abril

e setembro, o que dificulta o estabelecimento de culturas (PACHECO et al., 2011a, 2011b). As plantas de cobertura utilizadas nessa região precisam ter alta capacidade de produção de fitomassa para manter o solo coberto durante a maior parte do ano e alta capacidade de rebrota no início do período chuvoso antecedendo a semeadura das culturas agrícolas (CARPIM et al., 2008; CRUSCIOL et al., 2005, 2012; TORRES et al., 2005). Além disso, as plantas de cobertura podem absorver nutrientes em camadas do solo mais profundas e, posteriormente, após a dessecação, liberá-los, o que pode ser benéfico ao desenvolvimento das culturas subsequentes (TORRES et al., 2008).

Teor de ácido chiquímico, estande e acúmulo de matéria seca de plântulas, componentes de produção e produtividade do arroz

Com relação ao teor de ácido chiquímico, com exceção do milheto, para as demais plantas de cobertura constatou-se quantidades mais elevadas desse composto, permitindo inferir que houve maior translocação do glifosato dessas plantas de cobertura para as plântulas do arroz, que diferiam do milheto (Tabela 2). A baixa concentração de ácido chiquímico no milheto pode ter sido reflexo da alta suscetibilidade da planta ao herbicida, o que causou rápida taxa de degradação. Portanto, após a aplicação do glifosato, o milheto secou muito rápido e provavelmente não houve tempo suficiente para translocar o herbicida a partir de suas plantas para as de arroz.

Segundo Monquero et al. (2010), milheto é uma das plantas mais sensíveis à aplicação de glifosato, sendo rapidamente dessecado após o uso do herbicida. Crusciol et al. (2010), trabalhando com milheto, *B. brizantha* e *P. maximum*, relataram que o milheto teve degradação mais rápida, depois da dessecação com glifosato, do que as outras plantas de cobertura. Por outro lado, as demais plantas de cobertura são menos sensíveis ao glifosato, demorando mais tempo para serem totalmente dessecadas após a aplicação do herbicida (MONQUERO et al., 2010). Nesse sentido, pode-se inferir que o glifosato fica mais tempo circulando dentro dessas plantas de cobertura e estas proporcionaram translocação do herbicida

para as plântulas do arroz, conforme verificado pelos resultados de acúmulo de ácido chiquímico. De acordo com Matallo et al. (2009) e Yamada e Castro (2007), quando se aplica o glifosato nas plantas de cobertura, o herbicida pode ser remobilizado na rizosfera e afetar o desenvolvimento das plantas não-alvo, sendo que essa translocação pode ser comprovada pela mensuração do acúmulo de ácido chiquímico nas plantas.

Tabela 2. Teor de ácido chiquímico, estande e massa seca das plântulas, panículas m⁻², espiguetas panículas⁻¹, fertilidade de espiguetas, massa de 1.000 grãos e produtividade do arroz de terras altas em função das plantas de cobertura, época de dessecação e ano. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Plantas de cobertura	Teor de ac. Chiquímico	Estande	Massa seca plântulas	Paniculas m ²	Espiguetas panículas ⁻¹	Fertilidade espiguetas	Massa de 1.000 grãos	Produtividade
	µg g ⁻¹	Número	g m ⁻¹	Número	Número	%	g	kg ha ⁻¹
Pousio	4,0 a	60 a	4,7 b	96 ab	172 b	72,6 b	25,7 a	3069 b
<i>Panicum maximum</i>	4,5 a	46 a	3,1 c	86 b	162 c	75,0 a	23,7 c	2423 c
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	2,7 b	56 a	3,2 c	68 c	163 bc	72,3 b	23,4 c	1855 d
<i>Brachiaria brizantha</i>	3,4 ab	51 a	3,4 c	67 c	173 b	73,9 b	23,7 c	1982 d
Milheto	0,7 c	53 a	5,7 a	98 a	201 a	77,6 a	24,8 b	3648 a
Média (2008/2009)	2,90 a	50 b	3,8 a	74 b	165 b	74,3 a	25,4 a	2343 b
Média (2009/2010)	2,91 a	56 a	4,0 a	92 a	183 a	74,2 a	23,0 b	2846 a
Variável	ANAVA (Probabilidade do teste F)							
Planta de cobertura (C)	<0,001	0,089	<0,001	<0,001	0,027	<0,001	0,012	0,017
Época de dessecação (E)	0,323	0,096	<0,001	<0,001	0,342	0,767	0,098	0,023
Ano (A)	0,297	<0,001	0,098	<0,001	0,033	0,375	0,041	0,044
A x C	0,457	0,883	0,223	0,871	0,753	0,761	0,754	0,257
A x E	0,325	0,321	0,195	0,434	0,218	0,478	0,432	0,325
C x E	0,651	0,047	0,897	0,219	0,884	0,159	0,769	0,115
A x C x E	0,765	0,764	0,512	0,342	0,754	0,653	0,312	0,532

*Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste LSD para P < 0,05.

Com relação ao estande de plântulas de arroz, houve efeito isolado de ano e interação entre planta de cobertura e época de dessecação (Tabela 2). Assim, verificou-se que para *Panicum maximum*, *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria brizantha* houve aumento linear no estande de plantas à medida que foi se distanciando a aplicação do herbicida do dia da semeadura do arroz; por outro lado, não houve efeito para milheto e pousio (Figura 2). Com relação ao fator ano, constatou-se maior estande no ano 2009/2010 do que no ano 2008/2009. Com base nesses resultados, pode-se inferir que a maior quantidade de palha observada nas forrageiras perenes

teve efeito na emergência das plântulas. O milho e as plantas que compuseram o pousio tiveram menor quantidade de palha sobre o solo e não causaram prejuízos ao estande de plântulas.

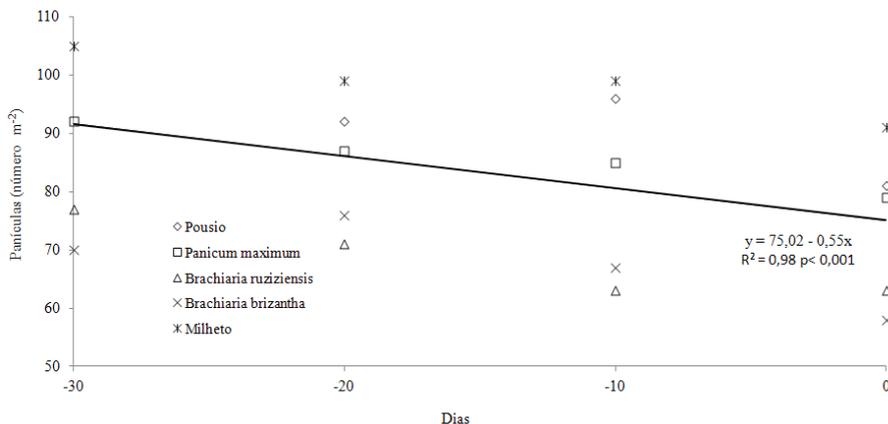


Figura 2. Número de plântulas m^{-2} de arroz em função da época de dessecação das plantas de cobertura em relação à semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

O mesmo raciocínio pode ser utilizado para o fator ano, uma vez que em 2008/2009 houve maior quantidade de palha na superfície do solo do que no ano 2009/2010 (Tabela 2). De acordo com Constantin et al. (2007), os efeitos do glifosato sobre as plantas não alvo podem ser potencializados pelo maior acúmulo de matéria seca das plantas de cobertura.

Considerando-se o acúmulo de matéria seca pelas plântulas de arroz, verificou-se efeito das plantas de cobertura e da época de dessecação (Tabela 2). Assim, sobre milho, verificou-se os maiores valores, que foram diferentes dos obtidos sobre pousio, *B. brizantha*, *Panicum maximum* e *B. ruziziensis*.

Na época de dessecação, verificou-se ajuste linear para matéria seca das plântulas de arroz em relação ao momento de aplicação do herbicida nas plantas de cobertura (Figura 3), com maiores valores

aos 30 dias e menores no dia da semeadura do arroz. Assim, o solo com quantidades mais elevadas de biomassa, ainda verde, durante a semeadura, como observado nas unidades experimentais das forrageiras perenes (Tabela 2), além de proporcionar dificuldades nas operações de semeadura e causar sombreamento inicial das plântulas, pode proporcionar translocação do herbicida para as plântulas da cultura não alvo e reduzir o desenvolvimento vegetativo, podendo ter efeito adverso sobre a produtividade da cultura (CONSTANTIN et al., 2007; MONQUERO et al., 2010; NASCENTE; CRUSCIOL, 2012). Esses efeitos puderam ser constatados na produção de matéria seca das plântulas de arroz.

Ao se aplicar o herbicida com maior intervalo de tempo em relação à semeadura do arroz (mais tempo para que o glifosato atue na planta de cobertura, dessecando), observou-se maior quantidade de matéria seca nas plântulas de arroz. Uma solução poderia ser a aplicação de herbicidas alguns dias antes da semeadura, dependendo da espécie de cobertura; isso proporcionaria a dessecação da cobertura vegetal e facilitaria a operação de semeadura e reduziria a possibilidade de translocação do herbicida para as plantas não alvo. Além disso, os benefícios da dessecação química das plantas de cobertura antes da semeadura da cultura principal são: a) reduzir a competição por água no desenvolvimento inicial da cultura, b) promover a decomposição de resíduos das plantas de cobertura ou daninhas, que podem fornecer nutrientes para as culturas, c) melhorar a uniformidade da semeadura, d) reduzir possíveis efeitos alelopáticos de plantas de cobertura ou daninhas, e) promover melhor desenvolvimento e maior produtividade de grãos das culturas graníferas (CONSTANTIN et al., 2009; MONQUERO et al., 2010; NASCENTE; CRUSCIOL, 2012).

Quanto aos componentes de produção, constatou-se efeito significativo das plantas de cobertura para todos os componentes (Tabela 2). Assim, para o número de panículas m^{-2} verificou-se os maiores valores sobre milheto e pousio, que diferiram dos resultados obtidos sobre as plantas de cobertura *P. maximum*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha*. Nascete et al. (2011) também relataram valores similares de número de panículas m^{-2}

para a cultivar BRS Sertaneja no SPD. Cazetta et al. (2008) relataram que dentre as palhadas avaliadas no SPD, para o arroz de terras altas, o milho foi uma das que proporcionaram os maiores números de panículas m^{-2} . Da mesma forma, Moro (2011) obteve maior número de panículas m^{-2} sobre palhada de milho, que diferiu dos valores obtidos sobre *B. brizantha* e *B. ruziziensis*. Bordin et al. (2003) constataram maior número de panículas m^{-2} sobre crotalária (*Crotalaria juncea*), seguido do feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), e do milho.

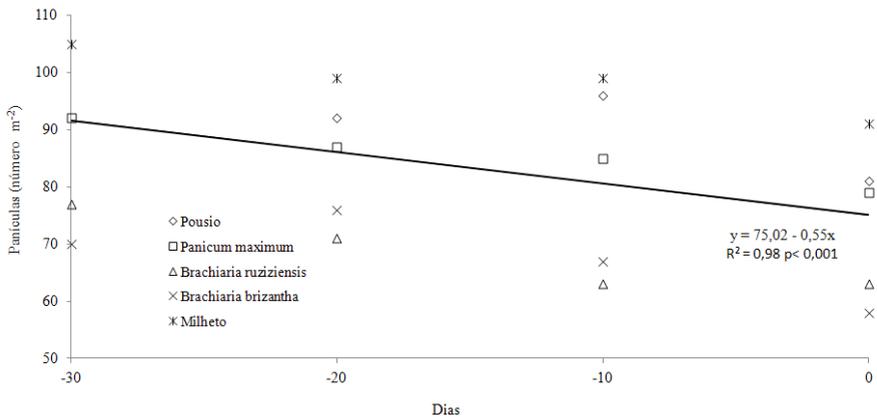


Figura 3. Matéria seca de plântulas de arroz em função da época de dessecação das plantas de cobertura em relação à semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Em relação ao número de espiguetas panícula⁻¹ (Tabela 2), obteve-se o maior valor sobre milho, sendo diferente de todos os demais tratamentos. Esse valor foi semelhante ao obtido por Cazetta et al. (2008) sobre milho, mas superior aos relatados por Moro (2011) e Nascente et al. (2011) sobre milho, *B. brizantha* e *B. ruziziensis*. Bordin et al. (2003), que estudaram diversas espécies de plantas de cobertura, descreveram maior número de espiguetas panículas⁻¹ sobre feijão-bravo-do-ceará, seguido da crotalária e do milho, que tiveram valores semelhantes.

Para a variável fertilidade das espiguetas, observou-se maiores valores para milho e *P. maximum*, que diferiram da *B. ruziziensis*, *B.*

brizantha e pousio. Nascente et al. (2011) também obtiveram valores semelhantes para a cultivar BRS Sertaneja. Moro (2011) relatou valores similares para fertilidade das espiguetas sobre milheto, *B. brizantha* e *B. ruziziensis*. Também Bordin et al. (2003) descreveram maior fertilidade das espiguetas sobre palhada de milheto.

No componente massa de 1.000 grãos, constatou-se sobre pousio os maiores valores, que diferiram dos demais tratamentos, seguido pelo milheto, que também diferiu do *P. maximum*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha*. Cazetta et al. (2008) não verificaram diferenças entre as plantas de cobertura avaliadas para a massa de grãos. Por outro lado, Moro (2011) verificou maiores valores sobre milheto, que diferiram dos obtidos sobre *B. brizantha* e *B. ruziziensis*. Bordin et al. (2003) também constataram maior massa de grãos sobre milheto, que não diferiu da crotalária.

Adicionalmente, a época de aplicação do herbicida afetou somente o componente de produção panícula m^{-2} (Figura 4), reduzindo de 92 (aplicação 30 dias antes da semeadura do arroz) para 75 (dia da semeadura).

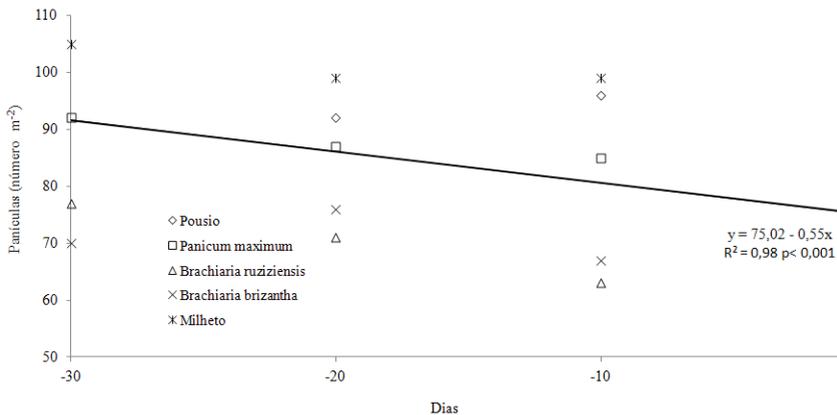


Figura 4. Número de panículas m^{-2} do arroz de terras altas em função da época de dessecação das plantas de cobertura em relação à semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Com relação ao fator ano, verificou-se efeito nas variáveis: número de panícula m^{-2} e número de espiguetas panícula⁻¹. Essas diferenças podem ter ocorrido devido à maior quantidade de massa vegetal pelas plantas de cobertura do ano 2008/2009 do que no ano 2009/2010, que pode ter proporcionado maior translocação do herbicida para as plantas de arroz, prejudicando seu desenvolvimento. No componente de produção massa de 1.000 grãos, verificou-se o inverso, ou seja, maiores valores na safra 2008/2009 do que na safra 2009/2010. Quando se aumenta o número de panículas, há tendência de redução do tamanho da panícula, o que resulta em menor massa de grão (SANTOS et al., 2006).

Quanto à produtividade de grãos do arroz, houve apenas os efeitos isolados dos anos, das plantas de cobertura e da época de dessecação, sem interações (Tabela 2). A produção de arroz foi maior no ano de 2009/2010 do que em 2008/2009, o que pode ter sido reflexo dos valores obtidos no estande, panícula m^{-2} e espiguetas panícula⁻¹. Isso pode ser explicado pela maior quantidade de biomassa seca produzida pelas plantas de cobertura em 2008/2009 em relação à 2009/2010.

O prejuízo causado nas culturas, devido à aplicação de glifosato em plantas de cobertura, pode ser agravado pela maior produção de matéria seca dessas plantas (CONSTANTIN et al., 2008; NASCENTE; CRUSCIOL, 2012; YAMADA; CASTRO, 2007). Além disso, a presença de grande quantidade de massa vegetal ainda verde no período de emergência das plântulas pode dificultar o desenvolvimento inicial da cultura e causar queda na produtividade (CONSTANTIN et al., 2009; MONQUERO et al., 2010). Corroborando essa informação, houve correlação significativa e negativa entre a quantidade de biomassa de cobertura vegetal e produção de grãos de arroz, massa de 1.000 grãos, número de espiguetas panícula⁻¹ e de número de panículas m^{-2} (Tabela 3). Assim, a aplicação do glifosato afetou o desenvolvimento do arroz por causa da produção de matéria seca das plantas de cobertura ou pela data de aplicação do herbicida? De acordo com os resultados, pode-se inferir que a aplicação do glifosato nas plantas de cobertura prejudicou o desenvolvimento do arroz e esses efeitos foram potencializados pelo aumento da produção de biomassa pelas plantas de cobertura.

A aplicação do glifosato na semeadura do arroz causou redução de 543,6 kg ha⁻¹ de grãos em relação à dessecação realizada 30 dias antes da semeadura (Figura 5). Com isso, verifica-se que as dessecações das plantas de cobertura realizadas próximas da semeadura do arroz proporcionam queda significativa na produtividade de grãos, sendo, portanto, não recomendadas. As coberturas como milho e as plantas daninhas, que compuseram o pousio, por terem taxa de degradação mais rápida (Tabela 1), podem ser dessecadas mais próximas da semeadura, ao redor de dez dias. No entanto, nas forrageiras perenes, que são menos sensíveis ao glifosato e demoram mais tempo para serem totalmente dessecadas, o herbicida deve ser aplicado com maior intervalo de tempo em relação à semeadura do arroz, em torno de 30 dias. Corroborando com essas informações, o coeficiente de correlação foi significativo para o intervalo de tempo entre a aplicação do herbicida e o dia da semeadura do arroz na produtividade de grãos e número de panículas m⁻² (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson e probabilidade do teste F entre o dia de aplicação do glifosato, ou matéria seca de plantas de cobertura na superfície do solo no dia da semeadura com os componentes de produção e produtividade do arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Variável	Produtividade	Massa de 1.000 grãos	Fertilidade das espiguetas	Espiguetas/panículas ⁻¹	Panículas m ⁻²
Dia da aplicação do glifosato	0,23453 0,0099	0,05038 0,5848	0,01148 0,9009	0,11145 0,2256	0,26718 0,0032
Matéria seca das plantas de cobertura	-0,56047 <0,0001	-0,25805 0,0044	-0,02201 0,8114	-0,55791 <0,0001	-0,46659 <0,0001

Como a produtividade de grãos de arroz é determinada por quatro componentes: 1) número de panículas m⁻², 2) número de espiguetas panícula⁻¹, 3) fertilidade das espiguetas, e 4) massa de 1.000 grãos (YOSHIDA, 1981), a partir dos resultados obtidos nos componentes de produção, esperava-se que o cultivo do arroz sobre milho proporcionasse a maior produtividade de grãos, o que foi confirmado,

pois sobre essa palhada constatou-se os maiores valores, diferindo de todas as outras plantas de cobertura (Tabela 2). Também Arf et al. (2003), Bordin et al. (2003), Cazetta et al. (2008), Moro (2011) e Pacheco et al. (2011b) obtiveram melhores resultados sobre o milho como planta de cobertura na produção de grãos do arroz de terras altas. Eles explicaram que isso ocorreu porque o milho tem rápida degradação e liberação de nutrientes para as plantas de arroz. Além disso, pelos resultados obtidos pode-se inferir que sobre milho as plântulas de arroz foram menos afetadas pela aplicação do herbicida. Portanto, foi possível obter alta produção de arroz de terras altas no SPD, superior à média nacional no ecossistema terras altas, que é de 3.200 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

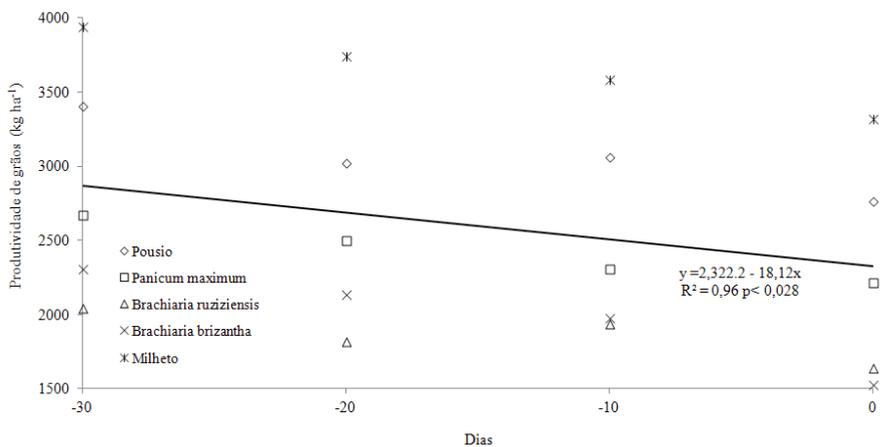


Figura 5. Produtividade de grãos do arroz de terras altas em razão da época de dessecação das plantas de cobertura em relação à semeadura do arroz. Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Por outro lado, nas parcelas sobre as plantas de cobertura *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum* e *Brachiaria ruziziensis*, constatou-se as menores produtividades (Tabela 2). Apesar de terem sido totalmente controladas com a aplicação do glifosato, essas plantas de cobertura demoram mais tempo para serem desseccadas após a aplicação do produto (MONQUERO et al., 2010; NASCENTE; CRUSCIOL, 2012). Assim, é

provável que o herbicida tenha ficado “circulando” por mais tempo dentro dessas plantas e tenha ocorrido maior translocação do glifosato para as plântulas de arroz (como observado pelo aumento dos teores de ácido chiquímico), com reflexos negativos na produtividade de grãos.

Provavelmente, dessecações realizadas com maior antecedência, em relação à semeadura do arroz, proporcionam maior produtividade de grãos, sendo, entretanto, necessários, estudos para confirmar essa hipótese. Vale ressaltar que a utilização do arroz após pastagem foi prática corriqueira na abertura do Cerrado, sem nenhum relato de queda da produtividade, entretanto o manejo do solo era realizado com revolvimento (SANTOS et al., 2006). Estudos sobre espécies de plantas de cobertura na cultura do arroz de terras altas ainda carecem de mais informações, e o uso de forrageiras perenes pode ser viável, desde que se identifique a época ideal para se realizar a dessecação e evitar problemas no desenvolvimento do cereal. Além disso, como trata-se de trabalho pioneiro, não existe definido valor de acúmulo de ácido chiquímico, mensurado em plantas de arroz devido à aplicação do glifosato em plantas de cobertura, que pode ser considerado prejudicial à cultura. Assim, deve-se também estudar a partir de quais quantidades de herbicida, translocadas para as plântulas de arroz, causam intoxicação na cultura.

Dessa forma, pensando-se num sistema agrícola, pode-se recomendar a utilização do milheto como planta de cobertura para o arroz, e depois da colheita (março) poderiam ser introduzidas forrageiras perenes, como *Panicum maximum* ou *Brachiaria brizantha* ou *B. ruziziensis*, e assim ter grande quantidade de palha no início da estação chuvosa subsequente (Tabela 1) para cultivo de outra cultura. Kluthcouski et al. (2000) obtiveram maior produtividade de milho, soja e feijão utilizando forrageiras perenes como plantas de cobertura. Crusciol et al. (2010) também obtiveram melhores resultados com as culturas da soja, aveia branca ou milho sobre a palhada de *Brachiaria brizantha*. Nascente e Crusciol (2012) obtiveram maior produção de soja, em SPD, sobre as palhadas de *Brachiaria brizantha*, *B. ruziziensis*, *Panicum maximum* e milheto, que diferiram de pousio incorporado.

Considerações gerais

O cultivo do arroz no SPD ainda é um desafio para os produtores e pesquisadores. Resultados promissores têm sido encontrados nos experimentos conduzidos, mas ainda é necessário validá-los em áreas maiores para se observar a estabilidade do sistema. Por meio das discussões, verificou-se que a escolha das plantas de cobertura é fundamental para o sucesso do arroz no SPD, e neste sentido, o milheto se destacou como uma das melhores plantas antecedentes para a cultura. Várias são as razões, entre elas a sua rápida degradação e ciclagem de nutrientes e seu baixo acúmulo de ácido chiquímico nas plantas de arroz. Além disso, a época de dessecação da palha também merece destaque: dessecações em plantas de milheto realizadas com dez dias e das forrageiras perenes com 30 ou mais dias antecedendo a semeadura do arroz podem favorecer as operações de semeadura, a degradação e ciclagem de nutrientes das palhas, a conservação da umidade do solo e a eliminação de possíveis efeitos alelopáticos, refletindo em maiores produtividades de grãos da cultura.

Referências

ALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A. de; VEIGA, M. da; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, set. 2009.

ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan./ fev. 2001.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. Soil management and nitrogen fertilization for sprinkler-irrigated upland rice cultivars. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 348-352, 2003.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, set. 2007.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

CARPIM, L. K.; ASSIS, R. L. de; BRAZ, A. J. B. P.; SILVA, G. P.; PIRES, F. R.; PEREIRA, V. C.; GOMES, G. V.; SILVA, A. G. da. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n.esp., p. 2813-2819, dez. 2008.

CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A. F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 471-479, 2008.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p. 583-624.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2012/2013: terceiro levantamento - dezembro de 2012**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_06_09_10_01_boletim_portugues_dezembro_2012.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2012.

CONSTANTIN, J.; MACHADO, M. H.; CAVALIERI, S. D.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; RIOS, F. A.; ROSO, A. C. Influência do glifosato na dessecação de capim-braquiária e sobre o desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 627-636, 2008.

CONSTANTIN, J.; MACHADO, M. H.; CAVALIERI, S. D.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; RIOS, F. A.; ROSO, A. C. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 513-520, jul./set. 2007.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; INOUE, M. H.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z. de. Sistemas de manejo de plantas daninhas no desenvolvimento e na produtividade da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 125-135, 2009.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, L. R.; LIMA, E. do V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 161-168, fev. 2005.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 104, n. 4, p. 1085-1095, 2012.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of integrating crops and tropical pastures as systems of production. **Better Crops International**, Atlanta, v. 94, n. 2, p. 14-16, 2010.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 171-177, jan./mar. 2000.

FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. da C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 6, p. 546-553, jun. 2010.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; 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).

LOPES, P. R. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 71-75, jan./abr. 1987.

MATALLO, M. B.; ALMEIDA, S. D. B.; CERDEIRA, A. L.; FRANCO, D. A.; BLANCO, F. M. G.; MENEZES, P. T. C.; LUCHINI, L. C.; MOURA, M. A. M.; DUKE, S. O. Microwave-assisted solvent extraction and analysis of shikimic acid from plant tissues. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n.esp., p. 987-994, dec. 2009.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; HIRATA, A. C. S. Intervalo de dessecação de espécies de cobertura do solo antecedendo a semeadura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 561-573, 2010.

MORO, E. **Formas de nitrogênio no solo e produção do arroz de terras altas em plantio direto**. 2011. 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 187-192, fev. 2012.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C.; COBUCCI, T. The no-tillage system and cover crops - alternatives to increase upland rice yields. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 45, p. 124-131, Feb. 2013a.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C.; COBUCCI, T.; VELINI, E. D. Cover crop termination timing on rice crop production in a no-till system. **Crop Science**, Madison, v. 53, n. 6, p. 2659-2669, Nov./Dec. 2013b.

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; RABELO, R. R.; OLIVEIRA, P. de; COBUCCI, T.; CRUSCIOL, C. A. C. Desenvolvimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas em função do manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 186-192, abr./jun. 2011.

NASCENTE, A. S.; PEREIRA, W.; MEDEIROS, M. A. Interferência das plantas daninhas na cultura do tomate para processamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 602-606, jul./set. 2004.

NUNES, A. S.; TIMOSSI, P. C.; PAVANI, M. C. M. D.; ALVES, P. L. C. A. Épocas de manejo químico de *Brachiaria decumbens* antecedendo o plantio direto de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 297-302, abr./jun. 2009.

PACHECO, L. P. **Arroz de terras altas cultivado em sucessão a plantas de cobertura em sistemas de manejo do solo**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 17-25, jan. 2011a.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 1787-1800, set./out. 2011b.

PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, set. 1985.

PORTES, T. de A.; CARVALHO, S. I. C. de; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J. Análise do 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.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. **Milheto**: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 1 Folder.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. e A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 609-618, jul./ago. 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 3, p. 421-428, mar. 2008.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, n. 119, p. 1-32, set. 2007.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Manila: International Rice Research Institute, 1981. 269 p.