



ARTIGO

Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu

Wellington Pereira de Carvalho^{1*}, Luíz Gustavo Vieira Teixeira²,
Dyrson de Oliveira Abbade Neto², Julia Maria Silva Moreira² e Camila Enoki da Cunha²

Recebido: 8 de julho de 2013 Recebido após revisão: 29 de maio de 2014 Aceito: 22 de março de 2016
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2687>

RESUMO: (Alelopatia de resíduos de plantas de cobertura no controle de braquiária cv. Marandu). O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos das palhas de plantas de cobertura, no controle da população de braquiária cv. Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf). Sua realização ocorreu nos anos de 2008 a 2010 na área experimental do campus, em casa de vegetação e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. As espécies avaliadas foram as leguminosas crotalária (*Crotalaria anagyroides* H.B.K.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e as poáceas aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb), sorgo cv. BRS 506 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e milheto variedade BRS 1501 (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), semeadas em cultivo exclusivo e consorciadas. As palhas de milheto e feijão-de-porco apresentam potencial alelopático para o controle de braquiária cv. Marandu, tendo o milheto confirmado esta característica no campo devido ao seu alto percentual de controle da infestante conseguido com baixa produção de palha.

Palavras-chave: adubo verde, *Brachiaria brizantha*, crescimento inicial, efeito alelopático, planta infestante.

ABSTRACT: (Allelopathy of cover crop residue on the control of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu). We aimed to evaluate the effects of straws from cover crops on the control of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu populations. The research was conducted from 2008 to 2010 in an experimental field, in greenhouse, and in the Laboratory of Seed Analysis of the Department of Agriculture of Federal University of Lavras, Minas Gerais state, Brazil. The evaluated plant cover species were the legumes sunn hemp (*Crotalaria anagyroides* H.B.K.), jack beans (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), and pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), and the grasses black oat (*Avena strigosa* Schieb), sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. BRS 506), and millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown var. BRS 1501). Plants were sown with and without intercropping. Straws of millet and jack beans have allelopathic potential for *B. brizantha* control, the former having shown a high percentage of weed control in the field with low straw amounts.

Keywords: allelopathic effect, green manure, initial growth, weed.

INTRODUÇÃO

A espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf é planta perene, ereta, herbácea, pouco entouceirada, com rizomas curtos, denso pubescente, de 1,0-1,5 m de altura, que se propaga principalmente por sementes e é originária da África Tropical. É planta amplamente cultivada para fins forrageiros que escapou ao cultivo e passou a infestar lavouras anuais e perenes, beira de estradas e terrenos baldios (Lorenzi 2008).

A ampla adaptação edafoclimática e habilidade das espécies de *Brachiaria* em sobreviver a fatores adversos, como o ataque de cigarrinhas-das-pastagens, seca prolongada, fogo e práticas culturais que visem ao seu controle, como aração, gradagem e aplicação de herbicidas contribui sobremaneira para o reconhecimento geral de que as braquiárias são plantas de difícil controle. Segundo Ferreira *et al.* (2006), o capim braquiária é uma das espécies infestantes que ocorrem com maior frequência nas condições do cerrado brasileiro.

Plantas de cobertura podem suprimir plantas infestantes em sistemas agrícolas pela competição por recursos disponíveis e promovendo condições que são desfavore-

ráveis para sua germinação e estabelecimento (Cherr *et al.* 2006). Estas plantas podem ainda apresentar efeito alelopático, que é o efeito inibitório ou estimulativo de uma planta sobre outras espécies, resultado da liberação de substâncias químicas no ambiente, contribuindo também na redução da população infestante (Scholberg *et al.* 2006).

Para a determinação do potencial alelopático e promover o isolamento e identificação de aleloquímicos de uma planta, tem-se recorrido inicialmente à técnica de bioensaios com extratos aquosos. Realizada em laboratório, essa técnica é considerada a mais simples e usual, fundamentada na capacidade de melhor isolar o efeito alelopático de outras interferências. O emprego de extrato aquoso em testes alelopáticos tem como objetivo simular o que ocorre na natureza (Medeiros 1989).

O ideal é que esses bioensaios sejam corroborados com ensaios realizados no campo ou em casa de vegetação, onde a ação de micro-organismos pode interferir nos efeitos dos compostos do metabolismo secundário, o que não ocorre em condições controladas de laboratório, principalmente na ausência de solo. Deve-se ainda levar

1. Embrapa Cerrados. BR 020, Km 18, Cx. Postal 08223, CEP 73310970, Planaltina, DF, Brasil.

2. Universidade Federal de Lavras. Cx. Postal 3037, CEP 37200000, Lavras, MG, Brasil.

* Autor para contato. Email: wellington.carvalho@embrapa.br

em conta que a concentração de aleloquímicos extraídos da cobertura morta por lixiviação é menor que as concentrações normalmente utilizadas em extratos alelopáticos e, portanto, seu efeito é menor. As diferenças produzidas nessas situações, têm conduzido à recomendação de que qualquer teste destinado a compostos alelopáticos em meio artificial, que não leve em conta fatores físicos, químicos e biológicos do solo, não ajuda a prever seu potencial alelopático na natureza (Inderjit & Weston 2000).

Objetivou-se neste trabalho, avaliar os efeitos das palhas de três poáceas e três leguminosas, em cultivo exclusivo e consorciadas, no controle da população de braquiária cv. Marandu no campo, e também os efeitos dessas mesmas palhas utilizadas como cobertura morta sobre sementes de braquiária em casa de vegetação e na forma de extratos aquosos em bioensaios de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Ensaio no campo

O experimento no campo foi conduzido durante três anos consecutivos no período da safrinha, instalado na primeira quinzena do mês de março dos anos de 2008, 2009 e 2010. As avaliações foram realizadas nos anos de 2009 e 2010. O solo da área experimental, classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA 2000), apresentou na profundidade de 0-20 cm: pH (H₂O) = 6,0; Al = 0,1 cmol/dm³; P = 2,2 mg/dm³; K = 61,3 mg/

dm³; Ca = 1,9 cmol/dm³; Mg = 0,8 cmol/dm³; H + Al = 2,9 cmol/dm³; MO = 2 dag/kg; Zn = 1,7 mg/dm³; Fe = 365,8 mg/dm³; Mn = 45 mg/dm³; Cu = 3 mg/dm³; B = 0,2 mg/dm³; S = 9,1 mg/dm³; areia = 49%; silte = 15,3% e argila = 35,7%. A área experimental foi ocupada com pastagem de *Braquiária ruziziensis* cv. Marandu nos três anos anteriores à instalação do ensaio. Os dados de precipitação, umidade relativa e temperatura, no decorrer do ensaio, são apresentados na Figura 1.

As poáceas e o feijão-de-porco em cultivo exclusivo foram semeadas com espaçamento de 0,5 m entre linhas e a crotalária, o guandu e os consórcios com espaçamento de 0,25 m entre linhas. Não foram realizadas adubações de plantio e de cobertura e a semeadura foi em sistema de cultivo mínimo. As sementes de leguminosas foram inoculadas com *Bradyrhizobium* spp. (coquetel das estirpes CPAC-C2, CPAC-B10 e CPAC-F2). No início do enchimento de grãos da maioria das espécies, retirou-se uma subamostra de 1 m² dentro da área útil, colhendo-se toda a parte aérea, que foi acondicionada em saco de papel. As amostras foram levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem massa seca estável. Após esse procedimento, as palhas secas foram armazenadas em câmara fria (Arf 1999).

As plantas de cobertura utilizadas foram as leguminosas crotalária (*Crotalaria anagyroides* H.B.K.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e as poáceas aveia-preta (*Avena*

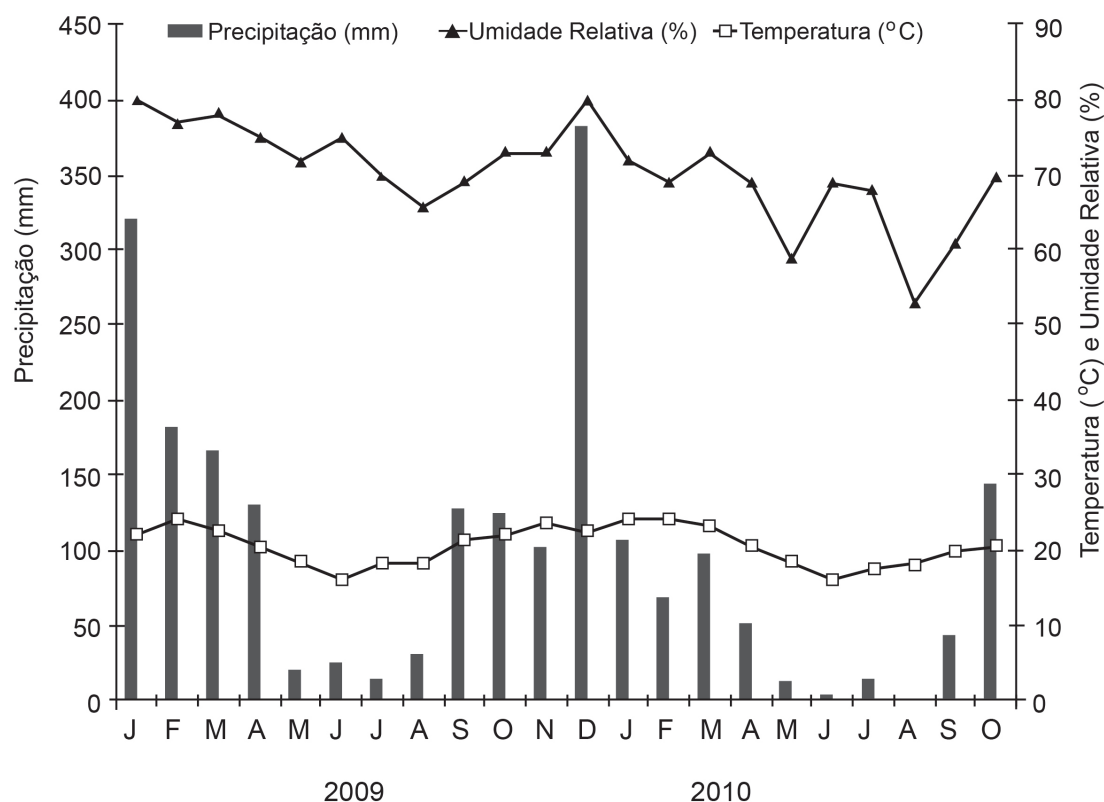


Figura 1. Valores mensais de temperatura média (°C), precipitação pluvial total (mm) e umidade relativa do ar média (%), nos anos de 2009 e 2010. UFLA, Lavras, MG, 2011.

strigosa Schieb), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv. BRS 506 e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), variedade BRS 1501.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e 16 tratamentos (crotalária, feijão-de-porco, guandu, aveia-preta, sorgo, milheto, crotalária + aveia-preta, crotalária + sorgo, crotalária + milheto, feijão-de-porco + aveia-preta, feijão-de-porco + sorgo, feijão-de-porco + milheto, guandu + aveia-preta, guandu + sorgo, guandu + milheto e testemunha com vegetação espontânea). As parcelas foram constituídas de 4 m de largura e 4 m de comprimento, com bordadura lateral e nas extremidades das linhas de 0,5 m e área útil de 9 m².

Foram avaliadas porcentagem de controle de infestação (PCI), massa seca da parte aérea de braquiária (MSPA) e massa da palhada de adubos verdes (MPAV).

A avaliação da porcentagem de controle de infestação de braquiária pelas palhadas de adubos verdes foi feita baseada no número de plantas de braquiária por metro quadrado, avaliado em cada parcela e no número de plantas da mesma espécie infestante por metro quadrado da testemunha, utilizando a seguinte equação:

$$PCI = \frac{(T - PA) \times 100}{T}$$

onde:

PCI = porcentagem de controle da infestante

T = número de plantas infestantes em 1 m² da testemunha

PA = número de plantas infestantes em 1 m² da parcela avaliada

A avaliação do número de plantas de braquiária foi feita com uma moldura de 0,5 x 0,5 m, lançada aleatoriamente quatro vezes na área útil, de onde também se retirou a parte aérea das plantas contadas, que foram levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, onde ficaram até atingir massa seca estável, para avaliação da variável massa seca de parte aérea de plantas de braquiária.

Os dados foram submetidos à análise conjunta por meio do programa computacional SISVAR[®] e, nos casos de significância do teste F, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Ferreira 2000).

Ensaio em casa de vegetação

O experimento foi conduzido em duas etapas, em novembro de 2009 e março de 2010, em casa de vegetação. O ambiente possui sistema automático de controle de temperatura, regulada para 25 °C (Beltrão 2002). Os vasos plásticos utilizados tinham 10 cm de diâmetro de boca e foram preenchidos com terra de subsolo, visando a evitar contaminação por exsudatos de raízes e lixiviados de folhas, além de metabólitos originados da flora microbiana, que poderiam mascarar os resultados. Em cada vaso foram depositadas vinte sementes de braquiária cv. Marandu cedidas pela Embrapa Gado de Corte, que

não foram tratadas com fungicidas ou inseticidas. Sobre as sementes foi depositada uma fina camada de substrato e, sobre esta, uma camada de um centímetro formada pelas palhas picadas provenientes do ensaio de campo. A quantidade de palha utilizada em cada vaso (1 cm de espessura) foi pesada e expressa em quilos de matéria seca por hectare.

Os vasos foram irrigados com água destilada sempre que a umidade era menor que 70% de água disponível (Bataglia 1989). A proposta dessa metodologia foi aproximar-se das condições de campo, onde o processo de decomposição do tecido vegetal se dá em meio aeróbico.

O delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições e 17 tratamentos, constituídos das palhas dos seis adubos verdes, em cultivo exclusivo e consorciados, e duas testemunhas, uma utilizando como cobertura o material inerte vermiculita, para separação dos efeitos físicos, e outra sem cobertura, totalizando 68 parcelas. Cada parcela correspondeu a um vaso plástico.

O material para análise foi coletado aos 14 dias após a semeadura (Brasil 2009), retirando-se o torrão de cada vaso e utilizando-se água corrente para desmanchá-lo, desembaraçar o sistema radicular das plantas e lavar as raízes para retirada de resíduos de terra.

Foram avaliadas porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz e parte aérea e biomassa seca de raiz e parte aérea,

Para avaliação do Índice de Velocidade de Emergência (IVE), foram quantificadas, diariamente, às nove horas da manhã, as plântulas emergidas acima da camada de palha até o 14º dia após a semeadura, calculando-se a porcentagem de emergência de acordo com Nunes *et al.* (2003).

O comprimento da raiz foi obtido de todas as plântulas emergidas, utilizando-se régua com graduação em mm, tomando-se a medida do ápice meristemático da raiz principal até a região do coleto. Esse mesmo procedimento foi empregado para a medição da parte aérea das mesmas, tomando-se a medida da região do coleto até o ápice da plúmula (Martins *et al.* 2006).

Após a medição do comprimento de raiz e parte aérea, as plântulas foram seccionadas na região do coleto e separadas as raízes das partes aéreas, que tiveram suas massas aferidas, foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de secagem com circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C, até obter massa seca estável, quando foram, então, obtidas as massas secas de raiz e parte aérea das plântulas em balança analítica de precisão, sendo o valor obtido dividido pelo número de plântulas utilizadas no teste, obtendo-se os dados em miligrama por plântula.

Os dados foram submetidos à análise conjunta por meio do programa computacional SISVAR[®] e, nos casos de significância do teste F, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Procedeu-se, também, à análise de correlação entre as variáveis avaliadas.

Ensaio de laboratório

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras no ano de 2009. Para obtenção dos 15 extratos provenientes das palhas do ensaio de campo, o material seco foi picado em fragmentos de 1 cm, pesaram-se 50 g e adicionaram-se em 1000 mL de água destilada. A mistura ficou em repouso por um período de 4 horas à temperatura ambiente, no escuro, para evitar a fotodegradação, sendo, em seguida, filtrada em filtro de pano, obtendo-se o extrato 5% p.v. A utilização dessa concentração foi baseada em pré-teste realizado em laboratório, verificando o efeito alelopático dos mesmos extratos sobre alfaca (planta-teste), onde determinou-se que a melhor concentração para seu uso em bioensaios é 5%. A proposta dessa metodologia foi aproximar-se das condições de campo, onde a extração de aleloquímicos da cobertura morta ocorre principalmente por lixiviação causada pela chuva ou por orvalho.

Para a realização do bioensaio de germinação e crescimento inicial, foram utilizadas sementes de braquiária submetidas a testes preliminares em câmaras B.O.D. para verificação da existência de dormência, da viabilidade, do vigor, da melhor temperatura e do melhor fotoperíodo para germinação (Tab. 1). Como resultado, não foi constatada dormência nas sementes de braquiária, não sendo, portanto, necessário o uso de métodos de quebra de dormência para este estudo.

O bioensaio foi realizado em caixas gerbox transparentes, forradas com duas folhas de papel mataborrão autoclavadas a 120 °C por uma hora. A quantidade de extrato por gerbox foi calculada multiplicando-se o peso do papel mataborrão por 2,5 (Brasil 2009). Foram utilizadas câmaras tipo B.O.D., reguladas para temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas-luz mantido por quatro lâmpadas brancas fluorescentes de 25 W, do tipo luz do dia (a irradiância média de duas lâmpadas desse tipo é igual a $30 \pm 5 \mu\text{mol. m}^2 \text{ s}^{-1}$, segundo Bravin *et al.* 2006).

Para análise da germinação, foram consideradas porcentagem de emergência (PE), sendo utilizada a emergência da radícula como critério de germinação

(Lima & Moraes 2008) e o índice de velocidade de emergência (IVE), calculado de acordo com Vieira & Carvalho (1994). O ensaio foi instalado empregando-se 50 sementes por gerbox e a contagem do número de plântulas germinadas foi realizada em intervalos de 24 horas, durante 21 dias.

Para o crescimento inicial, as avaliações foram feitas no 21º dia, segundo Brasil (2009) e foram considerados comprimento médio da raiz e da parte aérea e massa seca de raiz e parte aérea. O ensaio foi instalado colocando-se o gerbox formando um ângulo de 45° com a bandeja do germinador para manifestação do geotropismo positivo das raízes e empregando-se 20 sementes por caixa.

A determinação dos valores de comprimento médio da raiz e da parte aérea e massa seca de raiz e parte aérea foi feita seguindo a mesma metodologia do ensaio em casa de vegetação.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições (quatro câmaras B.O.D.). Os tratamentos foram constituídos de extratos das palhas de seis adubos verdes em cultivo exclusivo e consorciados provenientes do ensaio de campo, mais a testemunha com água destilada, totalizando 16 tratamentos e 64 parcelas, sendo cada parcela uma caixa gerbox.

Os extratos de palhas das espécies utilizadas foram avaliados individualmente quanto ao pH, aferindo-se com peagômetro e caracterizados quanto ao potencial osmótico estimado pelo método de Chardakov (Salisbury & Ross 1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do software SISVAR® e, nos casos de significância do teste F, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento de campo

A análise conjunta dos dados do ensaio realizado no campo revelou que as palhadas de sorgo, milho, feijão-de-porco e guandu + sorgo proporcionaram maior controle sobre a infestação de braquiária. A cobertura realizada pelos resíduos de crotalaria consorciada com aveia-preta teve a menor porcentagem de controle de infestação (PCI), quando comparada com a testemunha (Tab. 2).

O efeito da palha de milho usada como cobertura morta na supressão de plantas infestantes foi avaliado por Monquero *et al.* (2009). Os autores observaram redução na emergência de *Brachiaria decumbens* quando utilizaram resíduos de milho; porém, não encontraram redução de sua massa seca quando da utilização de 40 t ha⁻¹ de resíduos de *Crotalaria juncea* na superfície do solo. Einhellig *et al.* (1993) afirmam que o controle de plantas espontâneas pelos efeitos alelopáticos do sorgo ocorre como resultado da presença de glicosídeos cianogênicos, taninos, flavonoides, ácidos fenólicos e a p-benzoquinona, conhecida como sorgoleone. Esse metabólito secundário é um potente inibidor da respiração

Tabela 1. Porcentagem de emergência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em diferentes temperaturas e fotoperíodos, avaliados aos 7 e 14 DAS. UFLA, Lavras, MG, 2011.

Condições	Dias após semeadura	
	7	14
Condições naturais	62	71
Temperatura (25 °C) e luz constantes	78	81
Temperatura (25 °C) constante e 12 horas de luz	81	92
Temperatura (30 °C) e luz constantes	72	74
Temperatura (30 °C) constante e 12 horas de luz	64	66
Temperatura alternada (18/30 °C) e luz constante	80	84
Temperatura alternada (18/30 °C) e 12 horas de luz	68	80

Tabela 2. Valores médios de porcentagem de controle de infestação (PCI) e massa seca da parte aérea de *Brachiaria brizantha* (MSPA), submetida à cobertura de 15 palhadas de adubos verdes com suas respectivas massas secas pesadas no início do período das águas (MSAV). UFLA, Lavras, MG, 2011.

Adubos verdes	PCI (%)	MSPA (gplanta ⁻¹)	MSAV (kg ha ⁻¹)
SOR	54,25 a ¹	3,46 d	2691,66 b
MIL	52,00 a	6,36 a	609,37 g
GUA + SOR	51,00 a	2,64 d	2254,16 c
FDP	50,75 a	4,91 c	1382,29 e
CRO	45,25 b	4,01 c	450,00 h
CRO + SOR	44,75 b	1,45 e	2086,45 d
FDP + SOR	44,75 b	3,22 d	3128,12 a
GUA + AVP	33,00 c	1,97 e	547,91 g
FDP + MIL	32,75 c	3,22 d	960,41 f
CRO + MIL	32,50 c	4,28 c	853,12 f
FDP + AVP	31,50 c	4,17 c	760,41 f
AVP	31,50 c	3,30 d	497,91 g
GUA + MIL	30,00 c	3,11 d	871,87 f
GUA	28,50 c	5,42 b	396,87 h
CRO + AVP	23,25 d	2,79 d	308,33 h
TES	-	2,93 d	-
CV	9,13	14,53	8,73

Abreviaturas: CRO, crotalária; FDP, feijão-de-porco; GUA, guandu-anã; AVP, aveia-preta; MIL, milho; SOR, sorgo; TES, testemunha. 1. Médias seguidas da mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

mitocondrial e, também, do transporte de elétrons do fotossistema II, atuando competitivamente no mesmo local de ação de herbicidas, como atrazine e diuron (Gonzalez *et al.* 1997). Em experimentos conduzidos em laboratório e casa de vegetação, sorgoleone inibiu o desenvolvimento de espécies como *Eragrotis tef*, *Lactuca sativa*, *Lemma minor* e *Amaranthus retroflexus* (Nimbal *et al.* 1996). Entretanto, não se pode afirmar que o efeito supressor da palha de sorgo sobre braquiária é devido ao efeito alelopático ou ao efeito físico, posto que o sorgo foi a espécie que proporcionou a maior quantidade de palha na área, na época da avaliação, tanto em cultivo exclusivo como consorciada com outras espécies (Tab. 2). Já o efeito causado pelos resíduos de milho pode ser atribuído à exsudação de substâncias químicas prejudiciais ao desenvolvimento da braquiária, pois além de ter maior PCI, proporcionando maior redução na população da planta infestante, teve baixa produção de palha, excluindo, com isso, seu efeito físico. Crotalária também apresentou efeito semelhante e, apesar de ter PCI inferior, teve produção de palhada inferior ao de milho.

Pela avaliação da massa seca da parte aérea de plantas de braquiária, pode-se observar que nos tratamentos com os resíduos de crotalária, feijão-de-porco, guandu, crotalária + milho, feijão-de-porco + aveia-preta e milho houve aumento dessa variável, destacando-se o maior efeito da palhada de milho (Tab. 2). Como o milho apresentou maior porcentagem de controle da planta infestante, em função do menor número de plantas na área, não se pode inferir que o aumento na massa seca possa decorrer de substâncias exsudadas pela

poácea ou pela redução da competição entre plantas. O mesmo efeito não se observou com as palhadas de sorgo e guandu + sorgo, que também tiveram maior PCI mas MSPA semelhante à testemunha. Nos tratamentos com as palhadas de crotalária + sorgo e guandu + aveia-preta houve redução nos valores de massa seca de parte aérea de braquiária.

Experimento em casa de vegetação

No experimento realizado em vasos plásticos, os diferentes tipos de palhas de adubos verdes testados influenciaram o índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de braquiária (Tab. 3), exceto as palhadas de milho, feijão-de-porco, crotalária + milho e crotalária + sorgo. Os outros tipos de palhadas aceleraram o processo germinativo, aumentando os valores de IVE, sendo guandu, guandu + sorgo e crotalária + aveia-preta as que apresentaram maior efeito. Entretanto, não se pode relacionar esse aumento na velocidade de germinação a efeitos alelopáticos, pois a testemunha contendo cobertura com vermiculita também apresentou maior valor de IVE.

A porcentagem de emergência (PE) das sementes de braquiária foi prejudicada pelos diferentes tipos de cobertura morta estudados (Tab. 3). As palhadas que causaram maior redução na porcentagem de plantas germinadas foram guandu + milho, feijão-de-porco + sorgo e crotalária + milho. Descartando-se o efeito físico causado pela cobertura (vermiculita), pode-se inferir que substâncias exsudadas dessas palhas tenham afetado o processo germinativo e, de acordo com Hoffman *et al.* (2007), prejudicando a mobilização de reservas nutritivas, influenciando diretamente a emissão do eixo raiz-hipocótilo. Segundo Gomes Júnior & Christoffoleti (2008), a germinação e a emergência de plântulas infestantes podem não ocorrer, devido à presença de resíduos vegetais sobre o solo. Dependendo da espécie de planta de cobertura e da quantidade de palhada existente sobre o solo, o controle das plantas infestantes pode ocorrer devido à liberação de compostos alelopáticos e/ou pelo efeito físico da palhada, ou pela formação de barreira física, impedindo a sobrevivência das sementes germinadas na superfície do solo.

Em relação ao efeito das palhadas de adubos verdes sobre o comprimento médio de raiz (CMR) de braquiária, o teste Scott & Knott gerou dois grupos (Tab. 3). O primeiro grupo, composto pelas palhadas de crotalária, milho, guandu + milho e feijão-de-porco + sorgo, não influenciou os valores dessa variável. O segundo grupo, com o restante dos tratamentos, afetou o crescimento da raiz, incluindo a testemunha com vermiculita, o que leva a descartar a possibilidade de efeito alelopático, e reforçar a ideia de que efeitos físicos, como o aumento da umidade, provocados pelas coberturas, possam ter causado a redução do CMR.

Com exceção da palhada de crotalária, todas as outras proporcionaram aumento dos valores de massa seca de raiz (MSR), sendo as de feijão-de-porco + sorgo, guandu

Tabela 3. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE) de sementes e comprimento médio de raiz (CMR), comprimento médio de parte aérea (CMPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de *Brachiaria brizantha*, submetidas à cobertura de 15 palhadas de adubos verdes com suas respectivas massas em casa de vegetação (MPAV) nos anos de 2009 e 2010. UFLA, Lavras, MG, 2011.

Palhadas	IVE	PG (%)	CMR (cm)	MFR (mg planta ⁻¹)	MSR (mg planta ⁻¹)	CMPA (cm)	MFPA (mg planta ⁻¹)	MSPA (mg planta ⁻¹)	MPAV (kg ha ⁻¹)
VERMI	2,13 a ¹	51 b	14,83 b	87,48 f	12,95 g	3,13 c	95,65 h	21,64 f	-
GUA	2,11 a	52 b	13,77 b	132,71 e	21,67 e	5,52 a	314,60 c	64,47 c	12 982
GUA + SOR	2,01 a	52 b	13,76 b	167,84 d	24,88 c	4,44 b	232,20 e	47,37 d	19 176
CRO + AVP	1,92 a	47 c	15,28 b	160,20 d	28,83 b	4,25 b	216,70 f	40,76 e	20 364
FDP + MIL	1,79 b	49 b	14,77 b	211,48 c	28,74 b	4,63 b	241,53 e	47,90 d	19 552
AVP	1,66 b	50 b	14,37 b	146,72 d	21,73 e	4,19 b	227,15 e	45,28 d	17 491
CRO	1,62 b	45 c	15,61 a	115,33 e	17,50 f	4,69 b	230,45 e	43,20 d	33 333
GUA + AVP	1,55 c	39 d	14,64 b	206,57 c	30,37 a	4,45 b	256,44 d	50,09 d	19 527
FDP + AVP	1,44 c	40 d	15,15 b	194,51 c	28,13 b	5,06 a	278,05 d	59,40 c	18 024
SOR	1,42 c	42 d	15,32 b	155,88 d	21,13 e	3,70 c	175,37 g	35,73 e	15 455
GUA + MIL	1,31 c	31 e	16,29 a	233,18 b	31,36 a	5,38 a	379,18 b	76,35 a	20 630
FDP + SOR	1,29 c	35 e	16,67 a	270,14 a	30,76 a	6,31 a	447,40 a	70,00 b	19 370
MIL	1,17 d	46 c	16,48 a	217,15 c	30,36 a	5,60 a	339,43 c	69,38 b	21 539
FDP	1,14 d	38 d	14,39 b	194,87 c	23,91 d	5,67 a	312,20 c	59,14 c	18 279
CRO + MIL	1,13 d	33 e	14,79 b	202,87 c	28,07 b	5,57 a	320,97 c	60,99 c	24 727
TES	1,06 d	66 a	15,68 a	129,38 e	17,97 f	4,59 b	196,21 f	22,43 f	-
CRO + SOR	1,02 d	40 d	14,97 b	176,82 c	24,02 d	4,69 b	207,61 f	38,91 e	21 915
CV	9,10	8,69	6,33	12,29	7,72	12,19	6,80	7,73	-

Abreviaturas: CRO, crotalaria; FDP, feijão-de-porco; GUA, guandu-anão; AVP, aveia-preta; MIL, milho; SOR, sorgo; VERMI, testemunha com vermiculita; TES, testemunha sem vermiculita.

1. Médias seguidas da mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

+ aveia-preta, guandu + milho e milho promotoras do maior aumento (Tab. 3). Como não houve influência no sistema radicular, causada pelo tratamento contendo material inerte, pode-se inferir que o incremento resultante das coberturas vegetais pode ser atribuído à exsudação de substâncias benéficas dessas palhas às raízes. De acordo com Vanin *et al.* (2008), aleloquímicos podem causar efeitos tanto negativos quanto positivos. Quando em cobertura, os restos culturais liberam, lenta e continuamente, quantidades suficientes de substâncias que podem interferir negativa ou positivamente sobre outras plantas.

Ainda com relação ao volume do sistema radicular da braquiária, deve-se também levar em consideração a competição entre plantas, que pode ter afetado a variável MSR. A correlação entre PG e MSR é significativa e negativa ($r = -0,59^*$) e, como pode ser observado na Tab. 3, a testemunha, que teve maior PG, ou seja, maior número de plantas por pote, apresentou baixos valores de MSR. Já os tratamentos com cobertura de resíduos de feijão-de-porco + sorgo e guandu + milho, por exemplo, com menor PG, tiveram maiores valores de MSR, podendo-se levantar a hipótese de que a redução da MSR pode ter sido causada pelo efeito da palhada no número de plantas germinadas e não diretamente no sistema radicular das plântulas.

A cobertura de resíduos de guandu, milho, guandu + milho, feijão-de-porco, feijão-de-porco + sorgo, feijão-de-porco + aveia-preta e crotalaria + milho propiciou aumento no comprimento médio da parte aérea (CMPA) da braquiária, e por ser superior aos dados do tratamento com vermiculita, pode-se supor que a liberação de substâncias benéficas possa ter causado seu alongamento

(Tab. 3). Este efeito refletiu-se também nos valores de massa seca de parte aérea (MSPA). Nesta variável, a palhada de guandu + milho propiciou o maior aumento nos valores de MSPA, seguida de feijão-de-porco + sorgo e milho, sendo também superiores aos dados do tratamento com vermiculita. O CMPA teve alta correlação ($r = 0,94^{**}$) com a massa seca de parte aérea (MSPA).

O alongamento da parte aérea é dependente das divisões celulares, da formação do câmbio e dos vasos xilemáticos, estruturas dependentes da partição de nutrientes pela plântula. Se, no caso em estudo, substâncias exsudadas pelas palhas aumentaram os valores de CMPA e MSPA, pressupõe-se que afetaram diretamente algum dos processos citados, o que se refletiu no aumento da parte aérea (Gusman *et al.* 1994).

Bioensaio de laboratório

Características físico-químicas

Pela caracterização dos extratos aquosos (Tab. 4), verifica-se que apresentaram valores de pH e potencial osmótico dentro do que se considera adequado para a germinação e desenvolvimento das sementes (Chou & Young 1974). Gatti *et al.* (2004) recomendam que o potencial osmótico de extratos envolvendo testes de germinação não ultrapasse valores de $-0,2$ MPa. Extratos aquosos podem apresentar determinados solutos que podem alterar a propriedade da água, resultando em pressão osmótica diferente de zero na solução. Tais solutos, como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos, podem mascarar o efeito alelopático dos extratos, por interferirem no pH e serem osmoticamente ativos (Ferreira & Aquila 2000). Segundo Eberlein (1987), a germinação e o cres-

Tabela 4. Valores de comprimento médio de raiz (CMR), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), comprimento médio de parte aérea (CMPA), massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de *Brachiaria brizantha*, submetidas a extratos aquosos de 15 palhadas de adubos verdes e seus respectivos pH e potenciais osmóticos (PO). UFLA, Lavras, MG, 2011.

Extratos	CMR (cm)	MFR (mg)	MSR (mg)	CMPA (cm)	MFPA (mg)	MSPA (mg)	pH	PO (MPa)
GUA	5,60 a ¹	3,72 a	1,15 a	2,12 a	38,56 a	4,12 a	6,61	-0,0314
GUA + MIL	3,83 b	1,56 c	0,87 b	1,87 a	29,44 a	4,12 a	6,35	-0,0291
CRO	3,55 b	2,40 b	1,02 a	1,65 a	32,65 a	4,22 a	6,22	-0,0318
GUA + AVP	3,52 b	2,14 b	0,80 b	1,98 a	32,06 a	4,20 a	6,34	-0,0305
CRO + SOR	3,49 b	2,43 b	1,00 a	1,96 a	35,28 a	5,07 a	6,14	-0,0277
SOR	3,40 b	1,69 c	0,90 b	1,95 a	36,21 a	4,55 a	6,19	-0,0318
FDP + MIL	3,22 b	1,78 c	0,75 c	1,79 a	26,07 b	3,55 b	6,37	-0,0291
GUA + SOR	3,05 b	1,69 c	0,80 b	1,76 a	35,13 a	4,50 a	6,29	-0,0320
FDP + AVP	2,95 b	1,90 c	0,72 c	1,49 b	24,36 b	3,32 b	6,47	-0,0297
CRO + AVP	2,70 c	1,20 d	0,87 b	2,14 a	36,90 a	5,25 a	6,15	-0,0301
AVP	2,69 c	1,81 c	0,75 c	2,05 a	36,46 a	4,50 a	6,24	-0,0318
TES	2,56 c	1,78 c	0,65 c	1,66 a	22,83 b	3,55 b	6,72 ²	0,0000 ³
FDP + SOR	2,28 c	1,93 c	0,67 c	1,10 b	22,83 b	3,02 b	6,40	-0,0278
CRO + MIL	2,25 c	1,88 c	0,65 c	1,30 b	16,21 c	2,50 c	6,10	-0,0318
FDP	1,99 c	1,05 d	0,43 d	0,80 b	11,55 c	1,85 c	6,34	-0,0330
MIL	1,84 c	1,15 d	0,45 d	1,10 b	17,78 c	2,67 c	6,10	-0,0288
CV	14,85	16,06	12,37	20,29	15,80	15,81	-	-

Abreviaturas: CRO, crotalária; FDP, feijão-de-porco; GUA, guandu-anão; AVP, aveia-preta; MIL, milho; SOR, sorgo; TES, testemunha.

1. Médias seguidas da mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

2. pH da água destilada.

3. Potencial osmótico da água destilada.

cimento de plântulas são afetados quando o pH é muito alcalino ou muito ácido, com efeitos prejudiciais tanto no sistema radicular quanto na parte aérea, observados em condições de pH abaixo de 4 e superior a 10.

Germinação e IVG

Pelos dados da análise estatística, o índice de velocidade de emergência (IVE) não apresentou diferença entre os extratos e entre esses e a testemunha, o mesmo ocorrendo com os dados da porcentagem de emergência de sementes de braquiária. Segundo Borges *et al.* (2007), o efeito alelopático pode não ocorrer sobre a germinação de sementes, mas sobre parâmetros do crescimento inicial. De acordo com Peres *et al.* (2004), a emergência é feita à custa das reservas da semente, sendo, por isso, menos sensível à presença de aleloquímicos do que o crescimento das plântulas.

Crescimento inicial

Com exceção dos extratos das palhas de feijão-de-porco, aveia-preta, milho, crotalária + aveia-preta, crotalária + milho e feijão-de-porco + sorgo, que não apresentaram efeito em comparação com o tratamento-controle, os outros extratos tiveram efeito benéfico sobre o comprimento médio de raiz (CMR), com destaque para o extrato da palha de guandu, que proporcionou o maior aumento (Tab. 4). Pode-se notar, no bioensaio de laboratório, modificação no comportamento do sistema radicular da braquiária em todos os tratamentos, com crescimento acentuado de uma raiz principal e a ausência de raízes secundárias, tornando o sistema radicular da plântula com aspecto de sistema pivotante, e não fasciculado ou formato de “cabeleira” (Fig. 2).

Para a massa seca de raiz (MSR), a correlação foi

significativa ($r = 0,61^*$) com o CMR. Os extratos elaborados com as palhas de guandu, crotalária e crotalária + sorgo apresentaram efeito benéfico, aumentando a MSR. Já os extratos feitos com as palhas de feijão-de-porco e milho, apresentaram efeito negativo, diminuindo os valores desta variável (Tab. 4).

O sistema radicular das plantas é mais sensível à ação de aleloquímicos, porque seu alongamento depende de divisões celulares, que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal. Os ácidos fenólicos são potentes aleloquímicos que induzem o aumento da atividade de enzimas oxidativas, tendo como consequência final a modificação da permeabilidade das membranas e a formação de lignina, que contribuem para a redução do alongamento radicular (Ferrarese *et al.* 2000). Ácidos fenólicos, tais como ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido *p*-anísico foram encontrados por Mendonça (2008) em sementes de feijão-de-porco, causando efeito fitotóxico no desenvolvimento de plântulas de trapoeraba e corda-de-viola, o que leva a pressupor sua existência também na parte aérea da planta, causando o mesmo efeito em plântulas de braquiária, como pode ser observado na Tabela 4, na qual o extrato elaborado com a palha de feijão-de-porco reduziu a MFR. Comportamento semelhante foi observado com o extrato feito com a palha de milho.

O comprimento médio da parte aérea (CMPA) das plântulas de braquiária não foi afetado pela maioria dos extratos testados. Somente os extratos de feijão-de-porco, feijão-de-porco + aveia-preta, feijão-de-porco + sorgo, milho e crotalária + milho tiveram efeito prejudicial, diminuindo os valores de CMPA. Pelos dados da Tabela 4, verifica-se que os extratos de feijão-de-porco e milho, à semelhança do ocorrido ao sistema radicular, afetaram

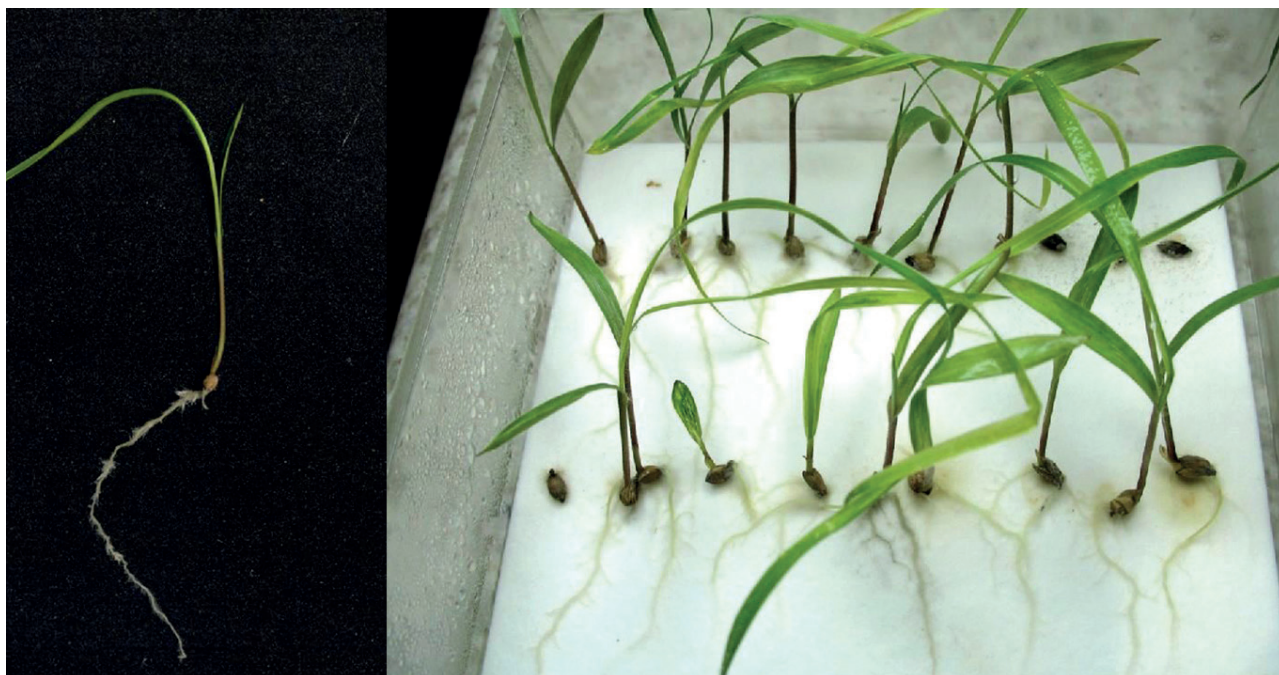


Figura 2. Detalhe de sistema radicular de tratamento controle de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em bioensaio de laboratório. UFLA, Lavras, MG, 2011.

o desenvolvimento da parte aérea das plântulas, mas o extrato elaborado com a palha das duas espécies em consórcio, ou seja, feijão-de-porco + milho, não causou prejuízo às variáveis relativas à parte aérea.

A massa seca de parte aérea (MSPA) teve alta correlação com o CMPA ($r = 0,91^{**}$), e, apesar desse fato, os extratos tiveram comportamento diferente, pois o teste Scott & Knott gerou três grupos com comportamento distinto (Tabela 4). O primeiro grupo, composto pelos extratos elaborados com as palhas de feijão-de-porco consorciado com aveia-preta, milho e sorgo não influenciou os valores de MFPA. O segundo grupo, com os extratos feitos com as palhas de feijão-de-porco, milho e crotalária + milho tiveram efeito prejudicial, afetando a parte aérea das plântulas, e o terceiro grupo, com o restante dos tratamentos, apresentaram efeito benéfico, proporcionando aumento da MSPA.

Apesar de os compostos alelopáticos, na maioria das vezes, agirem como inibidores da germinação e do crescimento, alguns trabalhos demonstram que esses compostos podem atuar como promotores de crescimento quando presentes em menores concentrações, como, por exemplo, o estudo feito por Ghayal *et al.* (2007) com extratos de folhas de *Cassia uniflora* L., que estimularam a germinação e o crescimento inicial de sementes de mostarda e rabanete nas concentrações de 2,5% e 5%.

Pelos resultados apresentados na Tabela 4, pode-se observar dois comportamentos distintos de alguns extratos estudados. O extrato aquoso da palha de guandu agiu como estimulante do crescimento das plântulas de braquiária, seja do sistema radicular, seja da parte aérea. Já os extratos de feijão-de-porco e milho tiveram comportamento inverso e, com base nos resultados encontrados para MSR, CMPA e MSPA, pode-se sugerir a existência

de potencial alelopático dos extratos das palhas destas plantas de cobertura, pela sensibilidade observada nas plântulas de braquiária. Em estudo conduzido por Trezzi *et al.* (2005) para determinação da fitotoxicidade de extratos de milho, os autores encontraram redução do número de plântulas germinadas, do IVG, do comprimento de raiz e de parte aérea de alfafa. Estudos fitoquímicos têm mostrado que *Canavalia ensiformis* é fonte de diferentes classes de compostos provenientes de metabolismo secundário, como cianoglicosídeos, flavonoides, alcaloides, taninos e terpenoides, tais como as saponinas, que são terpenoides glicosados e estão diretamente ligados a efeitos alelopáticos (Santos 2004). O principal metabólito secundário produzido por essa leguminosa é denominado canavanina, um aminoácido não proteico com propriedades fitoinibitórias. A L-canavanina é um aminoácido análogo à L-arginina, encontrado em *Canavalia ensiformis*, e seu efeito alelopático provavelmente é devido à sua habilidade para bloquear o metabolismo da L-arginina, levando a uma deficiência nos compostos que são derivados desse aminoácido (Nakagima *et al.* 2001). Embora o rompimento do metabolismo de aminoácido por meio de aleloquímicos ainda não tenha sido mostrado em plantas, certamente é outro mecanismo potencial para aleloquímicos que agem como análogos de aminoácido.

A divergência de resultados entre o experimento em casa de vegetação e os ensaios no campo e de laboratório é explicável e, provavelmente, devida à competição entre plantas. A porcentagem média de germinação de 66% obtida no tratamento-controle nos vasos, quando convertida, possibilitou uma população em torno de 1600 plantas m^2 , muito superior à população encontrada no campo, o que causou redução tanto no sistema radicular, quanto na parte aérea das plantas. Efeito contrário pode

ser observado com a palha de guandu + milheto, que proporcionou menor número de plantas germinadas e maior massa seca de raiz e parte aérea. De acordo com Thijs *et al.* (1994), a densidade de plantas influencia resultados de ensaios de alelopatia. Como no bioensaio de laboratório o fenótipo das plantas teve forte mudança, principalmente no sistema radicular, que perdeu sua característica de “cabeleira”, tendo somente uma raiz principal com comprimento bem inferior ao encontrado no ensaio em casa de vegetação, pode-se descartar o efeito de competição entre as plantas nas caixas gerbox.

A dificuldade na separação dos efeitos de alelopatia e competição tem sido citada em vários trabalhos (Ferreira & Aquila 2000). Segundo Rice (1984), o efeito alelopático depende da liberação pela planta de um composto químico no ambiente, ao passo que a competição envolve remoção ou redução de um fator ambiental, tal como água, minerais, luz, etc. Pela complexidade dos fenômenos alelopáticos, com múltiplas variáveis possíveis, há autores que afirmam que a separação não seria natural (Inderjit & Del Moral 1997). Assim, competição e alelopatia poderiam operar simultaneamente ou em sequência na natureza e seria quase impossível, em alguns casos, separá-las (Dakshini *et al.* 1999).

O efeito alelopático negativo observado nos tratamentos com feijão-de-porco e milheto no bioensaio de laboratório também foram observados no campo, com ênfase para o milheto, que teve produção de palha inferior à metade da produzida pelo feijão-de-porco. Pode-se supor que suas palhas possam, por meio dessa atividade alelopática, reduzir a infestação de braquiária, quando deixadas como cobertura morta sobre o solo.

O efeito benéfico proporcionado pelo extrato elaborado com resíduos de guandu também pode ser observado, com menor intensidade, no campo, devido à sua baixa PCI, razoável população de plantas e aumento da MSPA da braquiária.

CONCLUSÕES

O melhor controle de infestação de braquiária no campo ocorre quando se utilizam resíduos de sorgo, milheto, feijão-de-porco e guandu consorciado com sorgo.

As palhadas dos adubos verdes estudados diminuem a porcentagem de emergência de sementes, causando aumento nos valores das variáveis de crescimento inicial de plântulas de braquiária cultivada em casa de vegetação.

Extratos aquosos de palhas de milheto e feijão-de-porco apresentam potencial alelopático para o controle de braquiária, tendo o milheto confirmado esta característica no campo devido ao seu alto percentual de controle da infestante conseguido com baixa produção de palha.

REFERÊNCIAS

ARF, O., SILVA, L.S., BUZZETTI, S., ALVES, M.C., SÁ, M.E., RODRIGUES, R.A.F. & HERNANDEZ, F.B.T. 1999. Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. *Bragantia*, 58(2): 323-334.

BATAGLIA, C.O. 1989. Sistemas de irrigação em vasos para experimentos de adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 13: 81-86.

BELTRÃO, N.E.M., FIDELES FILHO, J. & FIGUEIRÊDO, I.C.M. 2002. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6(3): 547-552.

BORGES, C.S., CUCHIARA, C.C. & MACULAN, K. 2007. Alelopatia do extrato de folhas secas de mamona (*Ricinus communis* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(s2): 747-749.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 399 p.

BRAVIN, I.C., VALENTIN, Y.Y. & YOKOYA, N.S. 2006. Formação de calos e regeneração de segmentos apicais de *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta): obtenção de culturas axênicas e efeitos da concentração de ágar. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 175-182.

CHERR, C.M., SCHOLBERG, J.M.S. & MCSORLEY, R. 2006. Green manure approaches to crop production: a synthesis. *Agronomy Journal*, 98: 302-319.

CHOU, C.H. & YOUNG, C.C. 1974. Effects of osmotic concentration and pH on plant growth. *Taiwania*, 19(2): 157-165.

DAKSHINI, K.M.M., FOY, C.L. & INDERJIT. 1999. Allelopathy: one component in a multifaceted approach to ecology. In: INDERJIT, DAKSHINI, K.M.M. & FOY, C.L. (Eds.). *Principles and Practices in Plant Ecology: allelochemicals interactions*. Boca Raton: CRC Press. p. 3-14.

EBERLEIN, C.V. 1987. Germination of *Sorghum almum* seeds and longevity in soil. *Weed Science*, 35: 796-801.

EINHELLIG, F.A., RASMUSSEN, J.A., HEJL, A.M. & SOUZA, I.F. 1993. Effect of root exudates sorgoleone on photosynthesis. *Journal of Chemical Ecology*, 19: 369-375.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2000. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 412 p.

FERRARESE, M.L.L., SOUZA, N.E. & FERRARESE FILHO, M.L.L. 2000. Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture. *Acta Physiologiae Plantarum*, 22: 121-124.

FERREIRA, D. F. 2000. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 66 p.

FERREIRA, A.G. & ÁQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12: 175-204.

FERREIRA, A.C.B., BARROS, A.C. & LAMAS, F.M. 2006. *Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Algodoeiro*. Campina Grande: Embrapa Algodão 8 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 96).

GATTI, A.B., PEREZ, S.C.J.G.A. & LIMA, M.I.S. 2004. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia eschscholae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. *Acta Botanica Brasiliica*, 18: 459-472.

GHAYAL, N.A., DHUMAL, K.N. & DESHPANDE, N.R. 2007. Phytotoxic effects of *Cassia uniflora* leaf leachates on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus*) and mustard (*Brassica juncea*). *Allelopathy Journal*, 19: 361-372.

GOMES JÚNIOR, F.G. & CHRISTOFFOLETI, P.J. 2008. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. *Planta daninha*, 26(4): 61-67.

GONZALEZ, V.M., KAZIMIR, J., NIMBAL, C., WESTON, L. & CHENIAE, G.M. 1997. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by the natural product sorgoleone. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 45: 1415-1421.

GUSSMAN, A.B., PITELLI, R.A. & DIAS, S.M. 1994. Efeito do citonelol sobre a germinação e desenvolvimento do amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.). *Semina Ciências Agrícolas*, 15(1): 14-22.

- HOFFMANN, C.E.F., NEVES, L.A.S., BASTOS, C.F. & WALLAU, G.L. 2007. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 6(1): 11-21.
- INDERJIT & DEL MORAL, R. 1997. Is separating resource competition from allelopathy realistic? *Botanical Review*, 63(9): 221-230.
- INDERJIT & WESTON, L.A. 2000. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? *Journal of Chemical Ecology*, 26(9): 2111-2118.
- LIMA, J.D. & MORAES, W.S. 2008. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30(2): 409-413.
- LORENZI, H. 2008. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640 p.
- MARTINS, D., MARTINS, C.C. & COSTA, N.V. 2006. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. *Planta Daninha*, 24(1): 61-70.
- MEDEIROS, A. R. 1989. *Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas*. 92 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.
- MENDONÇA, R.L. 2008. *Determinação de aleloquímicos por HPLC/UV-Vis em extratos aquosos de sementes de Canavalia ensiformis e estudo da atividade alelopática*. 116 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- MONQUERO, P.A., AMARAL, L.R., INÁCIO, E.M., BRUNHARA, J.P., BINHA, D.P., SILVA, P.V. & SILVA, A.C. 2009. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 27(1): 85-95.
- NAKAJIMA, N., HIRADATE, S. & FUJI, Y. 2001. Plant growth inhibitory activity of L-canavanine and its mode of action. *Journal of Chemical Ecology*, 27: 19-31.
- NIMBAL, C. I., PEDERSON, J., YERKES, C.N., WESTON, L. & WELLER, S.C. 1996. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(5): 1343-1347.
- NUNES, J.C.S., ARAUJO, E.F., SOUZA, C.M., BERTINI, L.A. & FERREIRA, F.A. 2003. Efeito da palhada de sorgo localizada na superfície do solo em características de plantas de soja e milho. *Revista Ceres*, 50(287): 115-126.
- PERES, M.T.L.P., SILVA, L.B., FACCENDA, O. & HESS, S.C. 2004. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). *Acta Botanica Brasilica*, 18: 723-730.
- RICE, E. L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. New York: Academic Press. 424 p.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C. 1992. *Plant physiology*. Belmont: Wadsworth. 682 p.
- SANTOS, S. 2004. *Potencial alelopático e avaliação sistemática de compostos secundários em extratos provenientes de Canavalia ensiformis utilizando eletroforese capilar*. 185 p. Tese (Doutorado em química) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.
- SCHOLBERG, J.M.S., CHASE, C.A., LINARES, J.C., MCSORLEY, R.M. & FERGUSON, J.J. 2006. Integrative approaches for weed management in organic citrus orchards. *HortScience*, 4: 949-954.
- THIJS, H., SHANN, J.R. & WEIDENHAMER, J.D. 1994. The effect of phytotoxins on competitive outcome in a model system. *Ecology*, 75: 1959-1964.
- TREZZI, M.M., VIDAL, R.A. & KRUSE, N.D. 2005. Fitotoxicidade de extratos hidrofóbicos e hidrofílicos de sorgo e milheto. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 4(1): 25-34.
- VANIN, T.W., PAETZOLD, L.I., RIBAS, F.L., MARTINI JUNIOR, P.C. & VIECELLI, C.A. 2008. Efeito alelopático de resíduos vegetais de milho na cultura de feijão comum. *Cultivando o Saber*, 1: 153-159.
- VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. 1994. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep. 164 p.