



Use of vegetation cover in the control of different species of the genus *Amaranthus*

Uso de coberturas vegetais no controle de espécies do gênero Amaranthus

Luiz Gustavo Castro Guidette¹, Bruna Ferrari Schedenfeldt², Patricia Andrea Monquero*³

Abstract: Soil cover has a physical, chemical, and biological effect on weed suppression. Although it depends on factors such as location and weed pressure, vegetation cover can even eliminate the need for herbicide application. Considering that the weeds popularly known as pigweed (*Amaranthus* sp.) have been expanding in agricultural areas and the use of only one form of management is not recommended for their control, this study aimed to evaluate the effect of using cover crop phytomass to control species of the genus *Amaranthus*. Soil vegetation cover at different percentage levels was evaluated in the control of the following weed species: *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus deflexus*, and *Amaranthus viridis*, previously sown. The experimental design was completely randomized in a factorial scheme (9x4), with four replications. The treatments resulted from the combination of nine cover crops with *Crotalaria* species (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria breviflora*, and *Crotalaria spectabilis*), black oats (*Avena strigosa*), sorghum (*Sorghum bicolor*), jack bean (*Canavalia ensiformis*), pigeonpea (*Cajanus cajan*), lablab bean (*Dolichos lablab*), and pencilflower (*Stylosanthes macrocephala*), and four percentage levels of phytomass (control – no phytomass; 50%, 100%, and 200% of the total mean production, identified as CONTROL, T_{50%}, T_{100%}, and T_{200%}, respectively), with four replications. Black oats, pencilflower, and jack bean showed higher potential for controlling *Amaranthus hybridus* and *Amaranthus deflexus*, while sorghum and jack bean were more efficient in controlling *Amaranthus viridis*. Regarding the amount of green mass, the amounts T_{100%} and T_{200%} were the most promising in suppressing weeds.

Key words: Pigweed. Germination. Integrated management.

Resumo: A cobertura do solo apresenta efeito físico, químico e biológico na supressão de plantas daninhas. Embora dependa de fatores como local e pressão de plantas daninhas, a cobertura vegetal pode até eliminar a necessidade de aplicação de herbicidas. Considerando que as plantas daninhas conhecidas popularmente por caruru (*Amaranthus* sp.) vêm se expandindo em áreas agrícolas e que o uso de apenas uma forma de manejo não é recomendado para o seu controle, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito do uso da fitomassa de plantas de cobertura no controle de espécies do gênero *Amaranthus*. A cobertura vegetal do solo em diferentes níveis percentuais foi avaliada no controle das seguintes espécies daninhas: *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus deflexus* e *Amaranthus viridis*, previamente semeadas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (9x4), com quatro repetições. Os tratamentos foram resultados da combinação de nove plantas de cobertura com as espécies de crotalárias (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria breviflora*, e *Crotalaria spectabilis*), aveia-preta (*Avena strigosa*), sorgo (*Sorghum bicolor*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), feijão lab-lab (*Dolichos lablab*) e stylosanthes (*Stylosanthes macrocephala*) e quatro níveis percentuais de fitomassa (testemunha - sem fitomassa; 50%, 100% e 200% da quantidade total média de produção; identificadas como TEST, T_{50%}, T_{100%}, e T_{200%}, respectivamente), em quatro repetições. As espécies aveia-preta, stylosanthes e feijão-de-porco apresentaram maior potencial para o controle das espécies de *Amaranthus hybridus* e *Amaranthus deflexus*, enquanto sorgo e feijão-de-porco foram mais eficientes no controle de *Amaranthus viridis*. Já em relação à quantidade de massa seca da cobertura, as taxas 100 e 200% foram mais promissoras na supressão de plantas infestantes.

Palavras-chave: Caruru. Germinação. Manejo integrado.

*Corresponding author

Submitted for publication on 13/07/2022, approved on 08/03/2023 and published on 05/04/2023

¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, São Paulo, Brasil. Bolsista CNPq. E-mail: luizguidette@estudante.ufscar.br

²Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente. Universidade Federal de São Carlos, Araras, São Paulo, Brasil. Email: bfschedenfeldt@gmail.com

³Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, São Paulo, Brasil. E-mail: pamonique@ufscar.br

INTRODUCTION

Among the practices employed in weed management, the intensive use of an herbicide or herbicides with the same mechanism of action has been selecting tolerant species and resistant biotypes of weeds in the field (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 1994; JALALUDIN *et al.*, 2014). Species of the genus *Amaranthus* stand out among the weeds selected by this management practice due to their high production and seed dispersal, long seed longevity, genetic variability, and high growth rate, which give these species a high ability to adapt to different environmental conditions and develop resistance to herbicides, making this weed difficult to control (CRUZ *et al.*, 2020; HEAP, 2021; RESENDE *et al.*, 2021).

The genus *Amaranthus* (Amaranthaceae) has about 75 species, some of which are cultivated for producing edible grains and/or for being ornamental, and others are weeds, competing with crops, such as *Amaranthus viridis*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus retroflexus*, and *Amaranthus hybridus* (BAYÓN, 2022). The species *A. hybridus*, known as slim amaranth, is a weed whose center of origin is the American continent, from Canada to Argentina, with a presence also in Africa, Asia, and Oceania. In Brazil, it occurs in all states, with a higher concentration in agricultural regions where glyphosate-resistant biotypes have recently been detected (SANTOS *et al.*, 2016; HEAP, 2021). Therefore, there are biotypes of *Amaranthus hybridus* resistant to herbicides with mechanisms of action of acetolactate synthase (ALS) inhibitors and 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSP) inhibitors and biotypes of *A. viridis* with resistance to the herbicides atrazine, prometryn, and trifloxysulfuron-Na with mechanisms of action of ALS enzyme inhibitors and Photosystem II inhibitors, respectively (HEAP, 2021).

The ability of weeds to develop resistance to herbicides and their biological characteristics that make them difficult to control have led to the need to use non-chemical methods to reduce a possible selection of resistant biotypes in the seed bank. Cultural and/or physical controls through the use of dead plant material on the soil, such as phytomass and/or green manure, are among the management methods that contribute to reducing or suppressing the development of weeds in agricultural systems and, consequently, minimize the use of herbicides (MONQUERO *et al.*, 2009; VINCENT-CABOUD *et al.*, 2019).

INTRODUÇÃO

Dentre as práticas empregadas no manejo de plantas daninhas, o uso intensivo de um herbicida ou herbicidas com o mesmo mecanismo de ação vem selecionando no campo espécies tolerantes e biótipos resistentes de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 1994; JALALUDIN *et al.*, 2014). Entre as plantas daninhas selecionadas por essa prática de manejo, as espécies do gênero *Amaranthus* se destacam em razão da alta produção e dispersão de sementes, ampla longevidade de sementes, variabilidade genética e alta taxa de crescimento, que conferem a essas espécies grande capacidade de se adaptar a diferentes condições de ambientes e desenvolver resistência aos herbicidas, tornando essa planta daninha de difícil controle (CRUZ *et al.*, 2020; HEAP, 2021; RESENDE *et al.*, 2021).

O gênero *Amaranthus* (fam. *Amaranthaceae*) possui cerca de 75 espécies, algumas são cultivadas por produzirem grãos comestíveis e/ou por serem ornamentais, e outras por serem invasoras, competindo com as culturas, como *Amaranthus viridis*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus retroflexus* e *Amaranthus hybridus* (BAYÓN, 2022). A espécie *A. hybridus*, conhecida como caruru-roxo, é uma planta daninha, cujo centro de origem encontra-se no continente americano, do Canadá até a Argentina, com presença também na África, Ásia e Oceania. No Brasil, ocorre em todos os estados, com maior concentração em regiões agrícolas, onde recentemente foram detectados biótipos resistentes ao glifosato (SANTOS *et al.*, 2016; HEAP, 2021). Há, portanto, biótipos de *Amaranthus hybridus* resistentes aos herbicidas de mecanismos de ação dos inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) e inibidores de 5-enol piruvil shiquamato sintase (EPSP) e biótipos de *A. viridis*, com resistência aos herbicidas atrazine, prometryne e trifloxysulfuron-Na, de mecanismos de ação inibidores da enzima ALS e Inibidores do Fotossistema II, respectivamente (HEAP, 2021).

Devido à capacidade de desenvolver resistência a herbicidas, aliado às características biológicas que conferem a essas plantas daninhas difícil controle, impulsiona-se a necessidade de usar métodos não químicos, com a finalidade de reduzir uma possível seleção de biótipos resistentes no banco de sementes. Entre os métodos de manejos, o controle cultural e/ou controle físico, pelo uso de cobertura vegetal morta sobre o solo, como fitomassa e/ou adubos verde, contribui para reduzir ou suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas em sistemas agrícolas e, conseqüentemente, minimizar o uso de herbicidas (MONQUERO *et al.*, 2009; VINCENT-CABOUD *et al.*, 2019).

The reduction in weed infestation can be achieved because the plant phytomass tends to provide direct and indirect effects on weeds, such as physical barrier, reduced light availability, and allelopathic action, thus hindering germination and emergence on the soil (MARTINS *et al.*, 2016; SILVA NETO *et al.*, 2019).

Studies with different species of the genus *Amaranthus* (*A. deflexus*, *A. hybridus*, *A. retroflexus*, *A. spinosus* e *A. viridis*) have shown that the different *Amaranthus* species are positive photoblastic, that is, they need light to germinate. Therefore, soil cover can affect the germination of these weeds. Furthermore, the emergence of seeds with a small amount of reserve (as in the case of *Amaranthus*) may be affected, as the plant may not be able to cross the deposited straw. However, the results of reduction and/or suppression of weed infestation, in view of the direct and indirect effects of the use of straw and/or green manure, have differed due to the different species used as cover and the amount of phytomass produced, also diverging due to the infesting weed species (MONQUERO *et al.*, 2009; MORAIS *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2016).

Research in this line should seek to understand the suppressive effect of certain cover crops on weed species of the genus *Amaranthus*, considered difficult to control in agricultural areas around the world. Thus, this research aimed to evaluate the potential of different species of cover crops in suppressing the weeds *A. hybridus*, *A. deflexus*, and *A. viridis*.

MATERIAL AND METHODS

This research was carried out in a greenhouse and conducted in pots with a volumetric capacity of 3 dm⁻³ (22 cm in diameter and 10 cm in height). The soil used as substrate consisted of a clayey-textured typic dystroferic Red Latosol (Oxisol) (YOSHIDA *et al.*, 2016), collected from the arable layer of 0-0.20 m.

A redução na infestação de plantas daninhas pode ser alcançada porque a fitomassa vegetal tende a proporcionar efeitos diretos e indiretos sobre as plantas daninhas, como: barreira física, redução da disponibilidade de luz e ação alelopática, dificultando assim a germinação e a emergência sobre o solo (MARTINS *et al.*, 2016; SILVA NETO *et al.*, 2019).

Em estudos anteriores com diferentes espécies do gênero *Amaranthus* (*A. deflexus*, *A. hybridus*, *A. retroflexus*, *A. spinosus* e *A. viridis*), constataram-se que as diferentes espécies de caruru são fotoblásticas positivas, ou seja, necessitam de luz para germinar. Pode-se inferir, portanto, que a cobertura do solo pode afetar a germinação dessas plantas daninhas. Além disso, a emergência de sementes com pequena quantidade de reserva (como é no caso de *Amaranthus*) pode ser afetada, já que a planta pode não conseguir atravessar a palhada deposta. No entanto, os resultados de redução e/ou supressão na infestação de planta daninhas, em constância dos efeitos diretos e indiretos pelo uso de palhada e/ou adubo verde, divergem em razão das diferentes espécies utilizadas como cobertura e da quantidade de fitomassa produzida, divergindo, também, em razão das espécies daninhas infestantes (MONQUERO *et al.*, 2009; MORAIS *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2016).

Pesquisas nessa linha devem buscar compreender o efeito supressor de determinadas plantas de cobertura sobre espécies daninhas do gênero *Amaranthus*, considerada de difícil controle em áreas agrícolas de todo o mundo. Assim, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o potencial de diferentes espécies de plantas de cobertura na supressão das plantas daninhas *A. hybridus*, *A. deflexus* e *A. viridis*.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada em casa de vegetação e conduzida em vasos de capacidade volumétrica de 3 dm⁻³ (22 cm de diâmetro e 10 cm de altura). O solo utilizado como substrato é da classe Latossolo vermelho distroférico típico de textura argilosa (YOSHIDA *et al.*, 2016), coletado em camada arável de 0-0,20 m.

The data from the analyses of soil chemical attributes are pH $\text{CaCl}_2 = 4.8$, P resin = 12 mg dm^{-3} , OM = 24 g dm^{-3} , K, Ca, and Mg = 1.2, 9, and 4 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectively, SB = 14.2 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, CEC = 40.2, and V = 35%. A completely randomized design was adopted in a 9x4 factorial scheme, with four replications. This statistical model was used separately for three weed species (*A. hybridus*, *A. deflexus*, and *A. viridis*). The first factor corresponded to nine species of cover crops, that is, pigeonpea (*Cajanus cajan*), jack bean (*Canavalia ensiformis*), lablab bean (*Dolichos lablab*), three *Crotalaria* species (*Crotalaria breviflora*, *Crotalaria juncea*, and *Crotalaria spectabilis*), black oats (*Avena strigosa*), sorghum (*Sorghum bicolor*), and pencilflower (*Stylosanthes macrocephala*), while the second factor consisted of four percentage levels of cover crop phytomass, that is, CONTROL (no cover crop), T_{50%}, T_{100%}, and T_{200%}.

Cultivation of cover crops

Substrate fertilization was based on soil analysis and fertilization recommendations for soybean (SOUSA; LOBATO, 1996). The soil was corrected with dolomitic limestone (>12% Mg) with a relative neutralizing value of 100%, aiming to reach 60% of base saturation (V), moistened, and incubated for 40 days. Fertilization was performed after incubation using the equivalent of 330 kg ha^{-1} of the granulated fertilizer formula 05-30-15 (NPK). Sowing of cover crops was carried out using seeds purchased from the company Sementes Pirai. Each cover plant species was sown separately in pots, with four plants per pot. The pots were maintained in a greenhouse and irrigated with 8 mm of water per day throughout the experimental period.

Cover plant collection was carried out from the appearance of the first flower buds of the respective species, which varied in days after sowing (DAS) for each species: pigeonpea (80 DAS), jack bean (80 DAS), lablab bean (90 DAS), *Crotalaria* spp. (90–100 DAS), black oats (100 DAS), sorghum (90 DAS), and pencilflower (120 DAS). After collection, the shoot of the cover plants was chopped using pruning shears.

Os dados das análises dos atributos químicos do solo são: pH $\text{CaCl}_2 = 4.8$, P_{resina} = 12 mg dm^{-3} , MO = 24 g dm^{-3} , K, Ca e Mg = 1.2, 9 e 4 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, SB = 14.2 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, CTC = 40.2 e V% = 35. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 9 x 4, com 4 repetições. Esse modelo estatístico foi empregado isoladamente para três espécies de plantas daninhas (*A. hybridus*, *A. deflexus* e *A. viridis*). O primeiro fator correspondeu a nove espécies de plantas de cobertura, sendo: feijão-guandu (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiforme*), feijão lab-lab (*Dolichos lablab*), crotalária (*Crotalaria breviflora*, *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*), aveia-preta (*Avena strigosa*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e stylosanthes (*Stylosanthes macrocephala*), e o segundo fator quatro níveis percentuais de fitomassa das plantas de cobertura: TEST (sem cobertura), T_{50%}, T_{100%} e T_{200%}.

Cultivo das plantas de cobertura

A adubação do substrato foi baseada na análise do solo e nas recomendações de adubação para a soja (SOUSA; LOBATO, 1996). O solo foi corrigido com calcário dolomítico (> 12% de Mg) (PRNT 100%), visando atingir 60% da saturação por bases (V%), umedecido e incubado por 40 dias. Após a incubação foi realizada a adubação, utilizando-se o equivalente a 330 kg ha^{-1} da fórmula 05-30-15 (NPK) de fertilizante granulado. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada por meio de sementes adquiridas da empresa Pirai Sementes. Cada espécie de planta de cobertura foi semeada separadamente em vaso, com condução de quatro plantas por vaso. Os vasos foram mantidos em casa-de-vegetação e irrigados com 8 mm de água por dia, durante todo o período experimental.

A coleta das plantas de cobertura foi realizada a partir do aparecimento dos primeiros botões florais das respectivas plantas de cobertura, o que variou em dias após a semeadura para cada espécie: feijão-guandu (80 dias após a semeadura - DAS), feijão-de-porco (80 DAS), feijão lab-lab (90 DAS), crotalárias (90-100 DAS), aveia-preta (100 DAS), sorgo (90 DAS) e stylosanthes (120 DAS). Após a coleta, a parte aérea das plantas de cobertura foi picadas utilizando-se de uma tesoura de poda.

Sowing of weeds

Each weed species (*A. hybridus*, *A. deflexus*, and *A. viridis*) was sown in separate pots using 50 seeds per pot. The seeds were placed on the soil surface and manually covered with a thin layer of soil to cover them completely.

After sowing the weeds, the shoots of the cover crops were homogeneously placed in three different amounts of fresh matter, used to calculate the coverage rate, corresponding to 50% ($T_{50\%}$), 100% ($T_{100\%}$), and 200% ($T_{200\%}$) of the average total produced for each crop, as shown in Table 1. In addition, control units without vegetation cover with only weed seeds (CONTROL) were installed.

The percentage of control (C%) was calculated at 7 and 14 days after weed sowing (DAS) from the comparison between the number of viable seedlings in the experimental units ($T_{50\%}$, $T_{100\%}$, and $T_{200\%}$) and control units (CONTROL).

Analysis of variance (ANOVA) was performed for the analyzed variable on the data obtained in the experiment. The Shapiro-Wilk test was applied to verify the assumption of normality. Subsequently, the means of the treatments were compared by the Scott-Knott test at a 5% significance. Statistical analyses were performed in the R software (R Core Team, 2017).

Semeadura das plantas daninhas

Cada espécie de planta daninha (*A. hybridus*, *A. deflexus* e *A. viridis*) foi semeada em vasos separados utilizando-se 50 sementes por vaso. As sementes foram colocadas sobre a superfície do solo e cobertas, manualmente, por uma fina camada de terra sobre elas, de modo a encobri-las completamente.

Após a semeadura das plantas daninhas, a parte aérea das plantas de cobertura foi colocada de forma homogênea em três diferentes quantidades de massa de matéria fresca, empregada para o cálculo da taxa de cobertura, correspondendo a 50% ($T_{50\%}$), 100% ($T_{100\%}$) e 200% ($T_{200\%}$) do total médio produzido para cada cultura, como expresso na Tabela 1. Além disso, instalaram-se unidades de controle sem cobertura vegetal, apenas com as sementes das plantas daninhas (TEST).

Aos 7 e 14 dias após a semeadura das plantas daninha (DAS), foi calculado a porcentagem de controle (C%), a partir da comparação entre a quantidade de plântulas viáveis nas unidades experimentais ($T_{50\%}$, $T_{100\%}$ e $T_{200\%}$) e nas unidades de controle (TEST).

Para a variável analisada foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos no experimento, sendo que o teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a pressuposição de normalidade. Em seguida, as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R (R Core Team, 2017).

Table 1 - Studied cover crops and their phytomass levels in each treatment

Tabela 1 - Plantas de cobertura estudadas e seus níveis de fitomassa em cada tratamento

Cover plants	CONTROL	$T_{50\%}$	$T_{100\%}$	$T_{200\%}$
		t ha ⁻¹		
Black oats	0	5	10	20
<i>Crotalaria juncea</i>	0	20	40	80
<i>Crotalaria breviflora</i>	0	7.5	15	30
<i>Crotalaria spectabilis</i>	0	10	20	40
Jack bean	0	20	40	80
Pigeonpea	0	10	20	40
Lablab bean	0	7.5	15	30
Sorghum	0	10	20	40
Pencilflower	0	5	10	20

RESULTS AND DISCUSSION

The treatments with phytomass of the three *Crotalaria* species, pigeonpea, and lablab bean were the same for *A. hybridus* at 7 DAS as those presented in the control treatments. Therefore, there was no weed control (Table 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para *A. hybridus*, aos 7 DAS, os tratamentos com fitomassa das três crotalarias, feijão-guandu e feijão lab-lab foram iguais aos apresentados nos tratamentos testemunha, portanto, há ausência de controle da planta daninha (Tabela 2).

Table 2 - Control of *Amaranthus hybridus* (C%) at 7 and 14 days after sowing (DAS) of the control as a function of different amounts of phytomass ($t\ ha^{-1}$) of cover crop species

Tabela 2 - Controle de *Amaranthus hybridus* (C%) aos 7 e 14 dias após a semeadura (DAS) da testemunha em função de diferentes quantidades de fitomassa ($t\ ha^{-1}$) das espécies de plantas de cobertura

Cover plants	Phytomass ($t\ ha^{-1}$)			
	CONTROL	T _{50%}	T _{100%}	T _{200%}
7 DAS				
Black oats	0 aC	80 aB	98 aA	85 aB
<i>C. breviflora</i>	0 aA	0 bA	0 cA	0 aA
<i>C. juncea</i>	0 aA	0 bA	0 cA	9 cA
<i>C. spectabilis</i>	0 aA	0 bA	0 cA	7 cA
Jack bean	0 aC	0 bC	10 bB	52 bA
Pigeonpea	0 aA	0 bA	0 cA	0 cA
Lablab bean	0 aA	0 bA	0 cA	0 cA
Sorghum	0 aD	76 aA	20 bC	39 bB
Pencilflower	0 aC	62 aB	92 aA	80 aA
CV (%)		44		
Effect of the factor		A=84**	B=145**	AxB=24**
Cover plants	Phytomass ($t\ ha^{-1}$)			
	CONTROL	T _{50%}	T _{100%}	T _{200%}
14 DAS				
Black oats	0 aB	55 aA	55 aA	64 aA
<i>C. breviflora</i>	0 aA	0 bA	0 cA	0 cA
<i>C. juncea</i>	0 aB	0 bB	0 cB	40 bA
<i>C. spectabilis</i>	0 aB	0 bB	9 cB	32 bA
Jack bean	0 aC	17 bB	37 bB	85 aA
Pigeonpea	0 aA	24 bA	7 cA	21 cA
Lablab bean	0 aA	25 bA	29 bA	5 cA
Sorghum	0 aB	45 aA	4 cB	36 bA
Pencilflower	0 aB	42 aA	81 aA	67 aA
CV (%)		109		
Effect of the factor		A=17**	B=8**	AxB=2**

CV (%): coefficient of variation; Factor A: species; Factor B: amount of phytomass.
 **Significant and NS not significant at the 5% probability level by the F-test. Means followed by the same lowercase letter in the column and uppercase letter in the row do not differ from each other by the Scott-Knott test at a 5% significance.

CV (%): coeficiente de variação; Fator A: Espécies; Fator B: Quantidade fitomassa.
 ** significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Jack bean showed a significant ability to control *A. hybridus*, especially for $T_{200\%}$, with 53% germination control at 7 DAS. As observed by Monquero *et al.* (2009), the physical effect of the straw formed by the leguminous plant, especially at 80 kg, seems to have contributed to the inhibition of germination of pigweed seeds, which are reduced in size and, consequently, have a smaller amount of reserve and physiological capacity to establish under vegetation cover. Sorghum allowed a 76% control for $T_{50\%}$ at 7 DAS, with the other treatments registering lower control rates of *A. hybridus*.

On the other hand, the cover crops black oats and pencilflower showed high weed control under all tested phytomass amounts, with black oats showing a high control rate (98%) for $T_{100\%}$, at 7 DAS. Martins *et al.* (2016) observed the same behavior, in which black oat mulch provided lower plant densities and dry mass accumulations on *A. hybridus* plants, with no need for the use of herbicides. The pencilflower control reached 93% for $T_{100\%}$ and $T_{200\%}$, not statistically differing.

The treatments with *Crotalaria breviflora*, pigeonpea, and lablab bean still remained statistically equal to the control at 14 DAS, demonstrating no control over *A. hybridus*. Those with *Crotalaria juncea* and *C. spectabilis* showed a difference relative to the control only for $T_{200\%}$ but with control values below satisfactory, which would be 80%.

The treatment with jack bean showed a positive evolution of the control indices for all tested quantities, especially $T_{200\%}$, with 85% suppression. Similarly, Monquero *et al.* (2009) observed the potential use of plant residues from this legume to inhibit the germination of *Panicum maximum* and, consequently, reduce its persistence in the soil seed bank over time.

Black oats, pencilflower, and sorghum showed a decrease in the control rates of *A. hybridus* at 14 DAS for all tested phytomass amounts in comparison with 7 DAS. The treatments with black oats showed a 100% control of *A. deflexus* at 7 DAS in all tested quantities, which is associated with allelopathic effects (Table 2).

A espécie feijão-de-porco demonstrou capacidade significativa de controle de *A. hybridus*, sobretudo para $T_{200\%}$, com 53% de controle de germinação aos 7 DAS. Assim como observado por Monquero *et al.* (2009), o efeito físico da palhada formada pela leguminosa, na dose de 80 kg, parece ter contribuído para a inibição da germinação das sementes de caruru, que possuem tamanho reduzido, consequentemente, apresentam menor quantidade de reserva e capacidade fisiológica de se estabelecer quando estão sob cobertura vegetal. O sorgo possibilitou controle de 76% no $T_{50\%}$ aos 7 DAS, com os demais tratamentos registrando menores taxas de controle de *A. hybridus*.

Já as plantas de cobertura aveia-preta e stylosanthes apresentaram elevado controle da espécie daninha em todas as quantidades de fitomassa testadas, com aveia-preta registrando taxa de controle alto de 98% para $T_{100\%}$, aos 7 DAS. O mesmo comportamento foi observado por Martins *et al.* (2016), em que a cobertura morta de aveia-preta proporcionou menores densidades de plantas daninhas e acúmulos de massa seca em plantas de *A. hybridus*, dispensando o uso de herbicidas. Já no caso de stylosanthes, o controle foi de 93%, não diferindo estatisticamente $T_{100\%}$ de $T_{200\%}$.

Aos 14 DAS, observou-se que os tratamentos com *Crotalaria breviflora*, feijão-guandu e feijão lab-lab ainda permaneciam estatisticamente iguais à testemunha, o que demonstra nenhum controle sobre *A. hybridus*. Já aqueles com *Crotalaria juncea* e *C. spectabilis* apresentaram diferença com relação ao controle apenas para $T_{200\%}$, mas, mesmo assim, com valores de controle abaixo do satisfatório, que seria 80%.

O tratamento com feijão-de-porco apresentou evolução positiva dos índices de controle para todas as quantidades testadas com 85% no $T_{200\%}$. Esses resultados corroboram os encontrados por Monquero *et al.* (2009), em seu estudo com *Panicum maximum*, evidenciando o potencial de uso dos resíduos vegetais dessa leguminosa para inibir a germinação de espécies de plantas daninhas e, como consequência, reduzir a persistência dessas no banco de sementes do solo, em relação ao tempo.

Aos 14 DAS, as espécies aveia-preta, stylosanthes e sorgo apresentaram queda nas taxas de controle do *A. hybridus*, para todas as quantidades de fitomassa testadas, em comparação com os 7 DAS. Para *A. deflexus*, aos 7 DAS, os tratamentos com a espécie aveia-preta apresentaram controle de 100% em todas as quantidades testadas, estando associados a efeitos alelopáticos (Tabela 2).

The allelopathic action of some oat genotypes is attributed to their ability to exude scopoletin through the roots. Scopoletin is a secondary product of the coumarin class and has an inhibiting effect on root growth (MONTEIRO; VIEIRA, 2002). The use of black oats has been suggested as an alternative to the no-tillage system (NT) in the winter, in the South of Brazil (CARVALHO *et al.*, 2014).

Sorghum and pigeonpea showed high control rates, rates for $T_{200\%}$ (Table 2). The use of sorghum is a viable measure for weed suppression, but the producer must deal with its regrowth, which may discourage its use in some situations (GOMES *et al.*, 2014).

Treatments with lablab bean and *Crotalaria spectabilis* showed similar results but with a low level of control. It denotes existing differences in the efficiency of suppression of the same weed given the type of used green manure. In this context, *Urochloa ruziziensis* and *Sorghum sudanense* were the most efficient among the species *Sorghum bicolor*, *Pennisetum americanum*, *S. sudanense*, the hybrid of *S. bicolor* with *S. sudanense*, and *U. ruziziensis*, reducing the infestation of weeds by more than 90% and maintained soil cover higher than 80% until the soybean crop bloomed (BORGES *et al.*, 2014).

Weed control with *Crotalaria breviflora* through treatments $T_{50\%}$, $T_{100\%}$, and $T_{200\%}$ only differed statistically from the CONTROL, with values ranging from 28 to 47% relative to the control (Table 3). Jack bean showed a high control for $T_{200\%}$, which reached 85% at 14 DAS.

The control indices of *A. deflexus* by the cover crops *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. spectabilis*, lablab bean, and sorghum did not present statistical differences in comparison with the control at 14 DAS (Table 3). Cover plant management is a factor that can alter suppression results. Gomes *et al.* (2014) verified that the incorporated phytomass of *Crotalaria* species affected the presence of Mexican fireplant and morning-glory plants, but it only affected the presence of southern sandbur when the phytomass was disposed on the soil surface. The incorporated sorghum phytomass was not effective in controlling the observed species, but it had an effect in the presence of Mexican fireplant, morning-glory, and southern sandbur when maintained on the soil surface.

A ação alelopática de alguns genótipos de aveia é atribuída à sua capacidade de exudar pelas raízes a escopoletina. A escopoletina é um produto secundário da classe das coumarinas e tem efeito inibidor do crescimento radicular das plantas (MONTEIRO; VIEIRA, 2002). O uso da aveia preta tem sido sugerido como alternativa de cultivo para o sistema de plantio direto (SPD) no inverno, na região Sul do Brasil (CARVALHO *et al.*, 2014).

Para sorgo e feijão-guandu, as taxas de controle foram elevadas, elevadas no $T_{200\%}$ (Tabela 2). O uso de sorgo é uma medida viável para supressão de plantas daninhas, entretanto, o produtor deverá lidar com sua rebrota, o que pode desestimular seu uso em algumas situações (GOMES *et al.*, 2014).

Nos tratamentos com feijão lab-lab e *Crotalaria spectabilis* observou-se resultados semelhantes, mas com baixo nível de controle. Isso denota as diferenças existentes na eficiência da supressão de uma mesma planta daninha, dado o tipo de cobertura morta empregada. Nesse contexto, observou-se que, dentre as espécies *Sorghum bicolor*, *Pennisetum americanum*, *Sorghum sudanense*, híbrido de *S. bicolor* com *S. sudanense* e *Urochloa ruziziensis*, as mais eficientes foram *U. ruziziensis* e *S. sudanense*, que reduziram a infestação das plantas daninhas em mais de 90% e mantiveram a cobertura do solo superior a 80% até o florescimento da cultura da soja (BORGES *et al.*, 2014).

O controle das plantas daninhas com *Crotalaria breviflora*, por meio dos tratamentos $T_{50\%}$; $T_{100\%}$ e $T_{200\%}$, só se diferenciou, estatisticamente, entre si da TEST, com valores que variaram de 28 a 47% em relação ao controle (Tabela 3). Já para feijão-de-porco, houve elevado controle de 85% para $T_{200\%}$, aos 14 DAS.

Os índices de controle de *A. deflexus* pelas coberturas com *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. spectabilis*, feijão lab-lab e sorgo não apresentaram diferenças estatísticas em comparação com a testemunha, portanto, aos 14 DAS (Tabela 3). O manejo da planta de cobertura é um fator que pode alterar os resultados de supressão. Gomes *et al.* (2014) verificaram que a fitomassa incorporada de crotalaria afetou a presença das plantas amendoim bravo e corda de viola, no entanto, quando a fitomassa foi disposta na superfície do solo afetou apenas a presença de capim carrapicho. Já a fitomassa do sorgo incorporada não foi efetiva no controle de nem uma espécie observada, entretanto, quando mantida na superfície do solo, apresentou efeito na presença de amendoim bravo, corda de viola e capim carrapicho.

Table 3 - Control of *Amaranthus deflexus* (C%) at 7 and 14 days after emergence (DAS) of the control as a function of different amounts of phytomass (t ha⁻¹) of cover crop species**Tabela 3** - Controle de *Amaranthus deflexus* (C%) aos 7 e 14 dias após a emergência (DAS) da testemunha em função de diferentes quantidades de fitomassa (t ha⁻¹) das espécies de plantas de cobertura

Cover plants	Phytomass (t ha ⁻¹)			
	CONTROL	T _{50%}	T _{100%}	T _{200%}
7 DAS				
Black oats	0 aB	100 aA	100 aA	100 aA
<i>C. brevisflora</i>	0 aB	28 bA	15 bA	47 bA
<i>C. juncea</i>	0 aB	0 cB	54 bA	73 bA
<i>C. spectabilis</i>	0 aB	15 cA	40 bA	40 bA
Jack bean	0 aC	0 bC	95 aA	85 aB
Pigeonpea	0 aB	56 bB	61 bA	79 bA
Lablab bean	0 aB	19 cB	41 bA	50 bA
Sorghum	0 aC	50 bB	50 bB	100 aA
Pencilflower	0 aB	75 aA	100 aA	100 aA
CV (%)	42			
Effect of the factor	A=109	B=18**	AxB=43**	
Cover plants	Phytomass (t ha ⁻¹)			
	CONTROL	T _{50%}	T _{100%}	T _{200%}
14 DAS				
Black oats	0 aC	25 aC	100 aA	50 bB
<i>C. brevisflora</i>	0 aA	0 bA	0 cA	0 cA
<i>C. juncea</i>	0 aA	0 bA	11 cA	17 cA
<i>C. spectabilis</i>	0 aA	24 aA	21 cA	27 cA
Jack bean	0 aC	27 aB	74 bA	87 aA
Pigeonpea	0 aB	0 bB	7 cB	32 cA
Lablab bean	0 aA	12 bA	0 cA	0 cA
Sorghum	0 aA	0 bA	25 cA	0 cA
Pencilflower	0 aB	25 aB	25 cB	87 aA
CV (%)	100			
Effect of the factor	A=24**	B=154**	AxB=54**	

CV (%): coefficient of variation; Factor A: species; Factor B: amount of phytomass. **Significant and NS not significant at the 5% probability level by the F-test. Means followed by the same lowercase letter in the column and uppercase letter in the row do not differ from each other by the Scott-Knott test at a 5% significance.

CV (%): coeficiente de variação; Fator A: Espécies; Fator B: Quantidade fitomassa. ** significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Black oats obtained 100% control in the T_{100%} (Table 3). Similarly, Campiglia et al. (2010) observed that cover with *A. sativa* showed high suppression in the control of *Amaranthus retroflexus*.

A aveia-preta obteve controle de 100% no T_{100%} (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Campiglia et al. (2010), no qual a cobertura com *A. sativa* apresentou elevada supressão no controle de plantas de *Amaranthus retroflexus*.

The suppressive effect of black oats may be related to the chemical effect, as the presence of scopoletin, an allelochemical present in the phytomass that can inhibit germination of several weed species, such as ryegrass, signalgrass, and Mexican fireplant, was observed in previous studies (JACOBI; FLECK 2000; HAGEMANN *et al.*, 2010).

Jack bean and pencilflower provided high weed suppression in the $T_{200\%}$, with controls higher than 80%; for jack bean, the amounts of $T_{100\%}$ and $T_{200\%}$ did not differ statistically from each other. Pigeonpea, on the other hand, showed significantly lower suppression levels compared to the last two cover crops.

In general, these results indicate that *A. deflexus* tends to be the most affected among the three species studied here due to the decrease in light input and a lower temperature range provided by the presence of large amounts of straw on the soil (CARVALHO; CHRISTOFOLLETI, 2007). However, its seeds remain viable and may germinate over time. It denotes the need to make the correct choice of mulch to combine the initial physical effects of coverage with possible allelopathic effects, which are gradual and manifest in the medium term, as the decomposition of plant material and release of allelochemicals occur.

The treatments with the species *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. spectabilis*, pigeonpea, and lablab bean did not show statistical differences compared to the control for *A. viridis* at 7 DAS, evidencing the absence of weed control (Table 4).

The control for jack bean and sorghum occurred in the $T_{200\%}$, that is, with a higher amount of biomass on the soil, with weed suppression efficiency of 48 and 58%, respectively. Black oats and pencilflower achieved maximum control rates of 81% for $T_{100\%}$.

Treatments with black oats, *Crotalaria breviflora*, *C. spectabilis*, pigeonpea, and lablab bean showed statistically equal control rates at 14 DAS compared to the control, thus not being interesting for the control of this weed species (Table 4).

O efeito supressor da aveia preta pode estar ligado ao efeito químico, já que em trabalhos anteriores foram constatados a presença de escopolina, aleloquímico presente na fitomassa, que tem a capacidade de inibir a germinação de várias espécies de plantas daninhas, como: azéve, braquiária e amendoim bravo (JACOBI; FLECK 2000; HAGEMANN *et al.*, 2010).

O feijão-de-porco e styloanthos proporcionaram elevada supressão de plantas daninhas no $T_{200\%}$, com controles maiores que 80%, sendo que no caso de feijão-de-porco as quantidades de $T_{100\%}$ e $T_{200\%}$ não se diferenciaram estatisticamente. Já o feijão-guandu apresentou níveis de supressão significativamente inferiores comparado às últimas duas plantas de cobertura.

De uma maneira geral, esses resultados indicam que o *A. deflexus* tende a ser o mais afetado dentre as três espécies aqui estudadas, devido à diminuição do aporte de luminosidade e de uma menor amplitude térmica proporcionada pela presença de volumosas quantidades de palha sobre o solo (CARVALHO; CHRISTOFOLLETI, 2007). Entretanto, suas sementes continuam viáveis e podem vir a germinar com o passar do tempo. Isso denota a necessidade de se fazer a correta da espécie a ser empregada na cobertura do solo, para aliar os efeitos físicos iniciais da cobertura com os possíveis efeitos alelopáticos, que são graduais e se manifestam a médio prazo, à medida que ocorre a decomposição do material vegetal e a liberação de compostos aleloquímicos.

Para *A. viridis*, aos 7 DAS, os tratamentos com as espécies *Crotalaria breviflora*, *C. juncea*, *C. spectabilis*, feijão-guandu e feijão lab-lab não apresentaram diferenças estatísticas em relação à testemunha, evidenciando ausência de controle da planta infestante (Tabela 4).

Para feijão-de-porco e sorgo, o controle ocorreu em $T_{200\%}$, ou seja, na maior dose de biomassa sobre o solo, com eficiência de supressão das plantas daninhas de 48 e 58%, respectivamente. Já aveia-preta e styloanthos foram alcançadas taxas máximas de controle de 81% em $T_{100\%}$.

Aos 14 DAS, foi observado que os tratamentos com aveia-preta, *Crotalaria breviflora*, *C. spectabilis*, feijão-guandu e feijão lab-lab apresentaram taxas de controle estatisticamente iguais aos da testemunha, portanto, não foram interessantes para o controle desta espécie daninha (Tabela 4).

Table 4 - Control of *Amaranthus viridis* (C%) at 7 and 14 days after emergence (DAS) of the control as a function of different amounts of phytomass (t ha⁻¹) of cover crop species**Tabela 4** - Controle de *Amaranthus viridis* (C%) aos 7 e 14 dias após a emergência (DAS) da testemunha em função de diferentes quantidades de fitomassa (t ha⁻¹) das espécies de plantas de cobertura

Cover plants	Phytomass (t ha ⁻¹)			
	CONTROL	T _{50%}	T _{100%}	T _{200%}
7 DAS				
Black oats	0 aC	41 aB	81 aA	65 aA
<i>C. breviflora</i>	0 aA	0 cA	0 cA	0 cA
<i>C. juncea</i>	0 aA	0 cA	0 cA	0 cA
<i>C. spectabilis</i>	0 aA	0 cA	0 cA	0 cA
Jack bean	0 aB	0 cB	5 cB	47 aA
Pigeonpea	0 aA	0 cA	0 cA	0 cA
Lablab bean	0 aA	0 cA	0 cA	0 cA
Sorghum	0 aC	10 bC	37 bB	57 aA
Pencilflower	0 aB	17 aB	81 aA	65 aA
CV (%)		108		
Effect of the factor		A=21**	B=29**	AxB=6**
Cover plants	Phytomass (t ha ⁻¹)			
	CONTROL	T _{50%}	T _{100%}	T _{200%}
14 DAS				
Black oats	0 aA	14 bA	25 aA	22 bA
<i>C. breviflora</i>	0 aA	0 bA	21 aA	2 bA
<i>C. juncea</i>	0 aB	0 bB	12 aB	34 bA
<i>C. spectabilis</i>	0 aA	0 bA	16 aA	18 bA
Jack bean	0 aC	41 aB	37 aB	90 aA
Pigeonpea	0 aA	0 bA	7 aA	14 bA
Lablab bean	0 aA	21 bA	22 aA	20 bA
Sorghum	0 aC	0 bC	24 aB	67 aA
Pencilflower	0 aB	14 bB	4 aB	37 bA
CV (%)		141		
Effect of the factor		A=15**	B=4**	AxB=1 ^{NS}

CV (%): coefficient of variation; Factor A: species; Factor B: amount of phytomass.
 **Significant and NS not significant at the 5% probability level by the F-test. Means followed by the same lowercase letter in the column and uppercase letter in the row do not differ from each other by the Scott-Knott test at a 5% significance.

CV (%): coeficiente de variação; Fator A: Espécies; Fator B: Quantidade fitomassa.
 ** significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

However, reduced dry mass and weed population of southern crabgrass (*Digitaria ciliaris*), hairy beggarticks (*Bidens pilosa*), and shaggy soldier (*Galinsoga ciliata*) were observed using *Crotalaria* phytomass in no-tillage areas, in addition to higher productivity in the corn crop (QUEIROZ *et al.*, 2010).

No entanto, resultados de redução de massa seca e da população de plantas daninhas capim-colchão (*Digitaria ciliaris*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e botão-de-ouro (*Galinsoga ciliata*) foram observados pelo uso da fitomassa de crotalária em áreas de plantio direto, além disso, foi constatada maior produtividade na cultura do milho (QUEIROZ *et al.*, 2010).

Crotalaria juncea, sorghum, and pencilflower presented controls with differences compared to the control when the amount of phytomass $T_{200\%}$ was used, with sorghum standing out (67.5%). This result is due to the allelopathic effect that sorghum presents. The aqueous extract of *S. bicolor* showed an allelopathic effect on the germination and initial growth of kale seeds, with a higher inhibitory effect when using more concentrated extracts from pre-flowering plants, which corresponds to 60 days after emergence (ZUCARELLI *et al.*, 2019).

On the other hand, jack bean provided significant control for all treatments in which it was used, standing out the suppression of 90% provided by $T_{200\%}$. These results show that, in addition to the physical effects related to phytomass, the matter of *Canavalia ensiformis* also has an allelopathic effect, helping to control weed populations. The shoot of *C. ensiformis* has phenolic acids (chlorogenic acid, ferulic acid, and caffeic acid), flavonoids (kaempferol, naringin, and rutin), and carboxylic acids (citric acid, malonic acid, and aspartic acid), which may be responsible for the allelopathic activity of this species (PEREIRA *et al.*, 2018).

In general, no statistically relevant control rates were observed after 14 DAS for lablab bean on the germination of the different types of *Amaranthus* treated here.

The effect of vegetation cover on weed suppression involves complex relationships that are the sum of possible physical effects related to variations in temperature and water ranges and the amount of solar radiation incident on the soil; mechanical factors, given that coverage can serve as a natural barrier that hinders or prevents the emergence of seedlings when germination occurs; and biochemical factors, standing out allelopathy. Moreover, there is also the influence of environmental conditions, in which each cover crop species has a different potential to provide suppression of germination of a given weed (BORGES *et al.*, 2014).

Crotalaria juncea, sorgo e styloasantes obtiveram controles com diferenças em relação à testemunha quando foi empregada a quantidade de fitomassa $T_{200\%}$, com destaque ao sorgo (67,5%). Esse resultado se deve ao efeito alelopático que o sorgo apresenta. O extrato aquoso de *S. bicolor* apresentou efeito alelopático na germinação e crescimento inicial das sementes de couve, sendo o efeito inibitório maior quando utilizados extratos mais concentrados provenientes de plantas em pré-florescimento, que corresponde a 60 dias após emergência (ZUCARELLI *et al.*, 2019).

Já o feijão-de-porco proporcionou controle significativo em todos os tratamentos em que foi empregado, destacando-se a supressão proporcionada por $T_{200\%}$, com 90%. Esses resultados evidenciam que além dos efeitos físicos atrelados a fitomassa, os resíduos de *Canavalia ensiformes* também exerce efeito alelopático, auxiliando no controle de populações infestantes. A parte aérea de *C. ensiformis* contém ácidos fenólicos (ácido clorogênico, ácido ferúlico, ácido cafeico), flavonoides (kaempferol, naringina e rutina) e ácidos carboxílicos (ácido cítrico, ácido malônico e ácido aspártico), podendo ser os responsáveis pela atividade alelopática dessa espécie (PEREIRA *et al.*, 2018).

De maneira geral, passados 14 DAS, não foram verificadas taxas de controle estatisticamente relevantes para a espécie feijão lab-lab sobre a germinação dos diferentes tipos de *Amaranthus* aqui tratados.

O efeito da cobertura vegetal na supressão de plantas daninhas envolve complexas relações que são o somatório dos possíveis efeitos físicos, relacionados às variações nas amplitudes térmicas e hídricas e à quantidade de radiação solar incidente no solo; dos fatores mecânicos, já que a cobertura pode servir de barreira natural, que dificulta ou impede a emergência das plântulas quando ocorre germinação e de fatores bioquímicos - com destaque a alelopatia. Além disso, também existe a influência das condições ambientais, em que cada espécie de cultivo de cobertura tem um potencial diferente para propiciar a supressão da germinação de determinada planta daninha (BORGES *et al.*, 2014).

Jack bean would be the most suitable cover crop to control the mixed infestation of pigweed. Laboratory tests revealed that the substances atropine, chlorogenic acid, ferulic acid, genistein, and naringenin, present in the extract of the species *Canavalia ensiformis*, could inhibit the germination of a portion of the seeds of the species *Mimosa pudica*, *Cassia fora*, and *Cassia occidentalis*, proving the strong allelopathic potential of this plant, which adds to the physical effect caused by the high production of biomass, a characteristic of this legume, on weed suppression (SANTOS *et al.*, 2007).

CONCLUSIONS

The cover species black oats, pencilflower, and jack bean have the best control rates of *Amaranthus hybridus* and *Amaranthus deflexus* under cover management;

The species jack bean and sorghum presented the best control rates of *Amaranthus viridis* under cover management;

The cover crops black oats, sorghum, jack bean, and pencilflower show promise in suppressing germination and development of the three *Amaranthus* species, especially when using the highest amounts.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Agricultural Sciences Research Group (GECA) for supporting this study and CNPq for the first author's scientific initiation grant.

Para os casos em que houver infestação mista de caruru, de acordo com os resultados obtidos, o feijão-de-porco seria a planta de cobertura mais adequado para o controle das plantas infestantes. Testes em laboratório revelaram que as substâncias atropina, ácido clorogênico, ácido ferúlico, genisteína e naringenina, presentes no extrato da espécie *Canavalia ensiformes*, foram capazes de inibir a germinação de uma parcela das sementes das espécies *Mimosa pudica*, *Cassia fora* e *Cassia occidentalis*, comprovando o forte potencial alelopático desta planta, o que se soma ao efeito físico causada pela elevada produção de biomassa, característica dessa leguminosa, na supressão das plantas daninhas em solo (SANTOS *et al.*, 2007).

CONCLUSÕES

As espécies de cobertura aveia-preta, stylosanthes e feijão-de-porco apresentam as melhores taxas de controle de *Amaranthus hybridus* e *Amaranthus deflexus*, em manejo de **cobertura morta**;

As espécies feijão-de-porco e sorgo apresentam as melhores taxas de controle de *Amaranthus viridis*, em manejo de **cobertura morta**;

Os cultivos de cobertura aveia-preta, sorgo, feijão-de-porco e stylosanthes são promissores em suprimir a germinação e o desenvolvimento das três espécies de *Amaranthus*, sobretudo quando se utiliza as maiores quantidades.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Pesquisa em Ciências Agrárias (GECA) pelo apoio na condução deste trabalho e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- BAYÓN, D. N. Identifying the weedy amaranths (*Amaranthus*, *Amaranthaceae*) of South America. **Advances in Weed Science**, v. 20, n. 2, p. 1-9, 2022.
- BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E.; ALVES, M. C. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, v. 32, n. 4, p. 755-763, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000400010>.
- CAMPIGLIA, E.; MANCINELLI, R.; RADICETTI, E.; CAPORALI, F. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Crop Protection**, v. 29, n. 4, p. 354-363, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.12.001>
- CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 527-533, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400000>.
- CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; ABBADE NETO, D. O.; TEIXEIRA, L. G. V. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Bioscience Journal**, p. 1-11, 2014.
- CRUZ, R. A.; AMARAL, G. S.; OLIVEIRA, G. M.; RUFINO, L. R.; AZEVEDO, F. A; CARVALHO, L. B.; SILVA, M. F. G. F. S. Glyphosate Resistance in *Amaranthus viridis* in Brazilian Citrus Orchards. **Agriculture**, v. 10, n. 7, p. 1-10, 2020.
- GOMES, D. S.; BEVILAQUA, N. C.; SILVA, F. B.; MONQUERO, P. A. Supressão de plantas espontâneas pelo uso de cobertura vegetal de crotaláriae sorgo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 206-213, 2014.
- HAGEMANN, T. R.; BENIN, G.; LEMES, C.; MARCHESE, J. A.; MARTIN, T. N.; PAGLIOSA, E. S.; BECHE, E. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoimbravo. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 509-518, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000300001>
- HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: www.weedscience.com. Acesso em: 17 de agosto de 2021.
- JALALUDIN, A.; YU, Q.; POWLES, S. B. Multiple resistance across glufosinate, glyphosate, paraquat and ACCase-inhibiting herbicides in *Eleusine indica* population. **Weed Research**, v. 55, p. 82-89, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12118>
- JACOBI, U. S.; FLECK, N. G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 11-19, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000100002>
- MARTINS D.; GONÇALVES C. G.; SILVA JUNIO A. C. Coberturas mortas de inverno e controle químico sobre plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 649-657, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160078>
- MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INACIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000100012>.
- MONTEIRO, C. A.; VIEIRA, E. L. Efeito Alelopático do extrato Aquoso de Aveia Preta (*Avena strigosa* Schheb.) na Germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max* L. merril). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 101-109, 2002.
- PIRAÍ SEMENTES. **Produtos**. Disponível em: <https://pirai.com.br/produtos>. Acesso em: 24 maio 2022.
- QUEIROZ, L. R.; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C; OLIVEIRA, M. F.; TARDIN, F. D. Supressão de plantas espontâneas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 263-270, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000200005>

RESENDE, L. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NETTO, A. G.; PRESOTO, J. C.; NICOLAI, M.; MASCHIETTO, E. H. G.; BORSATO, E. F.; PENCKOWSKI, L. H. Glyphosate-resistant smooth-pigweed (*Amaranthus hybridus*) in Brazil. **Advances in Weed Science**, v. 20, n. 2, p. 1-6, 2021.

SANTOS, S.; MORAES, M. L. L.; REZENDE, M. O. O. Allelopathic potential and systematic evaluation of secondary compounds in extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. **Eclética Química**, v. 32, n. 4, p. 13-18, 2007.

SANTOS, W. F.; SO, P.; SILVA, A. G.; FERNANDES, M. F.; ALL, B. Weed Phytosociological and Floristic Survey in Agricultural Areas of Southwestern Goiás Region. **Planta Daninha**, v. 34, n. 1, p. 65, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340100007>

SILVA NETO, H. F.; PAULI, F. A.; TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O. Quantificação da palhada de cana-de-açúcar e potencial controle de plantas daninhas. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 1, 2019.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção do solo e adubação da cultura da soja. Planaltina: EMBRAPA-. CPAC, 1996. 30p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 33).

VINCENT-CABOUD, L.; CASAGRANDE, M.; DAVID, C.; RYAN, M. R.; SILVA, E. M.; PEIGNE, J. Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 5, p. 45, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0590-2>

ZUCARELLI, V.; COELHO, E. M. P.; FERNANDES, W.V.; PERES, E.M.; STRACIERI, J. Allelopathic potential of sorghum bicolor at different phenological stages. **Planta Daninha**, v. 37, e019184017, 2019. DOI: <https://doi:10.1590/S0100-83582019370100019>

YOSHIDA, F. A.; STOLF, R. Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar-Araras/SP. **Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.