

Rendimento de Grãos e Produção de Forragem na Sucessão Soja e Gramíneas Perenes Consortiadas com Crotalárias



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
88**

**Rendimento de Grãos e Produção de Forragem
na Sucessão Soja e Gramíneas Perenes
Consortiadas com Crotalárias**

*Luís Armando Zago Machado
Rodrigo Arroyo Garcia*

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2021

Embrapa Agropecuária Oeste
BR 163, km 253,6
Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes

Secretária-Executiva
Silvia Mara Belloni

Membros
*Alexandre Dinnys Roese, Claudio Lazzarotto,
Danilton Luiz Flumignan, Guilherme Lafourcade
Asmus, Marciana Retore, Maria Aparecida
Viegas Martins, Oscar Fontão de Lima
Filho e Tarcila Souza de Castro Silva*

Supervisão editorial
Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto
Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica
Silvia Mara Belloni

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Eliete do Nascimento Ferreira

Foto da capa
Luís Armando Zago Machado

1ª edição
E-book (2021)

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agropecuária Oeste

Machado, Luís Armando Zago

Rendimento de grãos e produção de forragem na sucessão soja e gramíneas perenes consorciadas com crotalárias / Luís Armando Zago Machado, Rodrigo Arroyo Garcia – Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2021.

29 p. : il. color. ; 16 x 21 cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456; 88).

1. Consórcio – Forrageira – crotalária. 2. Consórcio – soja – crotalária 3. Crotalária. 4. Brachiaria. 5. Soja. Sucessão de culturas. I. Garcia, Rodrigo Arroyo. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões	24
Agradecimentos.....	24
Referências.....	25

Rendimento de Grãos e Produção de Forragem na Sucessão Soja e Gramíneas Perenes Consorciadas com Crotalárias

Luís Armando Zago Machado¹

Rodrigo Arroyo Garcia²

Resumo – O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de forragem e o rendimento de grãos de soja em sucessão aos consórcios de gramíneas perenes e espécies de crotalária. Em um experimento foram avaliados os capins *Brachiaria ruziziensis*, Xaraés/MG5, BRS Paiaguás, BRS Tamani, BRS Quênia e BRS Zuri em cultivo solteiro ou consorciados com *Crotalaria juncea* ou *C. ochroleuca*. Essas forrageiras foram dessecadas e foi cultivada soja durante o verão. A velocidade de crescimento do capim BRS Zuri e *C. juncea* ou do capim BRS Tamani e *C. ochroleuca* é semelhante. Concluiu-se que a produção de forragem pode ser aumentada na entressafra de verão, se as gramíneas forrageiras forem consorciadas com crotalária, principalmente com *C. juncea*. O rendimento de grãos de soja pode ser aumentado quando essa oleaginosa for antecedida por gramíneas forrageiras perenes consorciadas com *C. juncea* ou *C. ochroleuca*. A massa de plantas daninhas pode ser reduzida na fase de estabelecimento de gramíneas forrageiras perenes cultivadas em sucessão à soja, se estas forem consorciadas com crotalárias.

Termos para indexação: *Brachiaria* spp., *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Panicum maximum*.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Grain Yield and Forage Production in the Succession of Soybeans and Perennial Grasses Intercropped with *Crotalaria* spp.

Abstract – The aim of this study was to evaluate forage production and soybean yield in succession to the intercrops of perennial grasses and *Crotalaria* species. In one experiment, the *Brachiaria ruziziensis*, Xaraés/MG5, BRS Paiaguás, BRS Tamani, BRS Kenya and BRS Zuri grasses were evaluated in monocrop or intercropped with *Crotalaria juncea* or *C. ochroleuca*. These forages were desiccated and soybean was cultivated during the summer. The growth speed of BRS Zuri and *C. juncea* grass or BRS Tamani and *C. ochroleuca* grass is similar. It is concluded that the forage production can be increased in the dry season, if forage grass are intercropped with crotalaria, mainly with *C. juncea*. The yield of soybean can be increased when this oilseed is preceded by perennial forage grasses intercropped with *C. juncea* or *C. ochroleuca*. The weed mass can be reduced during the establishment of perennial forage grasses grown in succession to soybeans, if they are intercropped with *Crotalaria*.

Index terms: *Brachiaria* spp., *Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Panicum maximum*.

Introdução

Na entressafra das culturas de verão, principalmente da soja, é crescente o uso de forrageiras perenes em substituição às anuais, por essas produzirem relativamente mais no pico da estação seca (Machado; Assis, 2010).

As pastagens cultivadas são formadas por extensos monocultivos de gramíneas, porém na natureza predomina a diversificação de espécies. As gramíneas têm grande capacidade de produção de forragem, mas são muito dependentes de nitrogênio (Costa et al., 2010). Nesse contexto as leguminosas desempenham importante papel ao fixarem nitrogênio atmosférico, produzindo forragem com maior percentagem de proteína que as gramíneas, sendo importantes na alimentação animal (Paulino et al., 2006).

As forrageiras passaram a desempenhar funções que vão além da alimentação animal (Carvalho et al., 2009) e, com o advento do plantio direto, elas passaram a ser utilizadas também para cobertura do solo. A diversificação de espécies em áreas cultivadas melhora a qualidade do solo e favorece a redução de pragas e doenças (Debiasi et al., 2016). O cultivo de forrageiras perenes na entressafra tem-se refletido no aumento do rendimento de grãos das culturas de verão, como a soja. Ao consorciar essas gramíneas forrageiras com leguminosas, principalmente *Crotalaria* spp., tem-se melhorado ainda mais as condições para algumas culturas de verão (Garcia; Machado, 2019).

As crotalárias têm ganhado importância porque seu cultivo possui efeito supressor sobre a maioria das espécies de nematoides; porém, só o número de nematoides não explica a variação no rendimento de grãos de soja (Cruz et al., 2020). Provavelmente, o rendimento de grãos da soja esteja muito relacionado à melhoria na qualidade do solo, que vai além do número de nematoides. Braquiárias controlam quatro dos cinco principais nematoides fitoparasitas, mas multiplicam nematoides do gênero *Pratylenchus*. Ao promoverem a melhoria física ao solo, as forrageiras favorecem o aumento de rendimento dessa oleaginosa (Cruz et al., 2020).

Nos sistemas integrados, as principais leguminosas forrageiras utilizadas são o feijão-guandu e o *Stylosanthes*. Dessas, somente o feijão-guandu vem sendo utilizado em sistemas mais intensivos, mesmo que em pequena

porcentagem de área. Já o *Stylosanthes* é utilizado em sistemas mais extensivos, tendo em vista a longa fase de estabelecimento. Mas frente à baixa disponibilidade de leguminosas forrageiras tropicais para uso na alimentação animal, há necessidade de estudar a inclusão de mais espécies em cultivos consorciados com gramíneas. Espécies do gênero *Crotalaria* vêm ganhando destaque como planta de cobertura, principalmente visando ao controle de nematoides. A maioria das espécies desse gênero são tóxicas para bovinos e ovinos, com exceção de *C. juncea* e *C. ochroleuca*. Essas leguminosas têm potencial de uso na alimentação animal (Mosjidis; Wang, 2011; Sarwatt; Mkiva, 1990), o que possibilita a obtenção de receita direta com esses cultivos de cobertura. Duas cultivares de *C. juncea*, AU Durbin e AU Golden, foram lançadas na última década pela Auburn University, Estados Unidos, com foco na alimentação animal e rotação com culturas anuais (Mosjidis et al., 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de forragem e o rendimento de grãos de soja em sucessão aos consórcios de gramíneas forrageiras perenes e espécies de crotalária.

Material e Métodos

Foi conduzido um experimento na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, por 2 anos, nas entressafras de março de 2018 a março de 2020, em delineamento de blocos casualizados, com parcela subdividida e quatro repetições. Na parcela principal foram avaliadas as forrageiras *Panicum maximum* cvs. BRS Tamani, BRS Quênia e BRS Zuri; *Brachiaria brizantha* cvs. BRS Paiaguás e Xaraés, além de *B. ruziziensis*, como testemunha. Na subparcela, foram avaliadas as gramíneas solteiras ou em consórcio com *C. juncea* ou *C. ochroleuca*.

A semeadura das crotalárias foi realizada com semeadora modelo SHM-Semeato com espaçamento de 40 cm entre linhas. Já as gramíneas perenes foram semeadas nas entrelinhas da crotalária, com semeadeira de uma linha marca SB – manual. As linhas da leguminosa ficaram a 20 cm das linhas das gramíneas. As parcelas mediam 3 m x 10 m, sendo utilizadas duas linhas de três metros de cada espécie, no centro da parcela para avaliação, totalizando área útil de 2,4 m². As forrageiras foram semeadas em 13 de março de 2018 e 27 de março de 2019. As taxas de semeadura empregadas foram: 4 kg/ha; 5 kg/ha; 8 kg/ha e 25 kg/ha de SPV de *Panicum maximum*, *Brachiaria* spp., *C. ochroleuca* e *C. juncea*, respectivamente.

Por causa das baixas precipitações ocorridas após a semeadura dos experimentos, em 2018 e 2019, realizou-se a irrigação com 20 mm de lâmina de água para emergência das forrageiras. Mesmo assim, ocorreu acentuado déficit hídrico após a emergência das plantas. Em 2019, além do estresse hídrico, as plantas de *P. maximum* foram severamente atacadas pelo percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) na fase inicial de desenvolvimento, mesmo com a aplicação de inseticida à base de Tiametosan + Lambda-Cialotrina, na segunda, terceira e quarta semanas após a emergência das plantas.

As plantas foram cortadas manualmente a 20 cm acima do nível do solo. Após a amostragem da área útil, o restante das plantas da parcela foi cortado a 20 cm do solo com a utilização de segadora de parcelas.

As amostras foram condicionadas em sacos plásticos e manipuladas em laboratório. Inicialmente, foram separadas nos componentes leguminosa,

gramínea e plantas daninhas, sendo pesadas posteriormente. De cada componente retirou-se uma subamostra, sendo separadas as frações de folhas e caules dos componentes leguminosa e gramínea. Essas subamostras foram acondicionadas em sacos de papel pardo e foram colocadas em estufa com ventilação forçada a 60 °C, até atingirem peso constante, sendo posteriormente pesadas para determinação da massa seca.

Após as geadas, em 20 de agosto de 2019 realizou-se a avaliação do número de perfilhos vivos e mortos das diferentes forrageias. Com base nesses dados, calculou-se a percentagem de perfilhos vivos.

Após as primeiras chuvas de outubro as forrageiras foram dessecadas com o herbicida glyphosate para a semeadura direta da soja, que ocorreu em 29 de outubro de 2018 e 6 de novembro de 2019, em linhas espaçadas de 45 cm. As sementes de soja foram tratadas com o fungicida vitavax+thiram e, posteriormente, inoculada com *Bradyrhizobium japonicum*. No plantio, foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de adubo NPK 4-18-18. Em 2019, a semeadura da soja ocorreu com solo muito seco, sendo que as sementes foram cobertas por torrões. Para garantir a emergência da soja, foram aplicados 40 mm de lâmina de água.

Para determinação dos componentes do rendimento de grãos da soja, foram colhidas amostras de plantas numa área útil de 3 m² por parcela, realizadas em 1º de março de 2019 e 5 de março de 2020. Nessa área, determinou-se o número de plantas de soja. Dessas, foram determinados em cinco plantas o número de plantas e o número de vagens por planta. Das vagens, determinaram-se a massa e o número de grãos, onde foram calculados o número de grãos por vagem e a massa de cem grãos. Da amostra total de grãos, retirou-se uma subamostra para determinação da percentagem de umidade. O peso da amostra total, corrigido para 13% de umidade, resultou no rendimento de grãos.

Para testar a hipótese de normalidade, os resíduos foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk e, como as variáveis apresentaram distribuição normal, os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Duncan com auxílio do software R.

Resultados e Discussão

Quando do início deste estudo, haviam artigos abordando o uso de *C. juncea* e *C. ochroleuca* na alimentação de bovinos e ovinos (Sarwatt; Mkiwa, 1990; Obeid et al., 1992; Mosjidis et al., 2013). Além desses artigos, haviam relatos do consumo dessas forrageiras por bovinos (Comunicação pessoal¹).

Embora essas espécies de crotalárias tenham aspectos interessantes na alimentação animal, como a elevada percentagem de proteína, foram constatadas limitações para uso nos sistemas de produção, como: 1) redução de ciclo no período de outono, apresentando baixo crescimento após o florescimento, principalmente *C. juncea*; 2) não rebrotam após corte; e 3) são pouco apreciadas por bovinos e o consumo é eventual. White e Haun (1965) relataram que *C. juncea* provavelmente nunca seria importante como planta forrageira. Mas, naquela época, essa espécie, assim como *C. ochroleuca*, não tinha a expressão que tem hoje como planta de cobertura e, principalmente, no controle de nematoides fitoparasitas. Como as crotalárias não rebrotam nesse sistema, é necessário o cultivo consorciado com gramíneas forrageiras perenes, que possibilitam aumento na produção de forragem, além de manterem o solo vegetado durante toda a entressafra de verão.

As crotalárias verdes são pouco consumidas in natura, mas na forma de feno os animais aceitam bem (Comunicação pessoal²). Uma forma de agregar valor à forragem produzida pelas crotalárias é a confecção de feno e silagem. O florescimento pleno é atingido entre 50 e 60 dias após o plantio, no caso de *C. juncea*. Já *C. ochroleuca* atinge esse estágio entre 60 e 70 dias após o plantio. Após a o corte, as crotalárias não rebrotam, mas as gramíneas consorciadas continuam produzindo forragem até o final da estação seca e podem ser utilizados na forma de feno ou em pastejo.

As crotalárias apresentam características muito semelhantes à outra leguminosa forrageira, o feijão-guandu, que rebrota quando pastejada. Nos sistemas de produção de grãos as crotalárias se destacam, por serem efetivas no controle de nematoides fitoparasitas (Lamas et al., 2016) e sua área de

⁽¹⁾ Flávio Wruck, pesquisador da Embrapa Sistemas Agrossilvipastoril, Sinop, MT; José Donizeti Carlos, Engenheiro-agrônomo, Sementes Pirai, Piracicaba, SP.

⁽²⁾ Jorge A. Mosjidis – Department of Agronomy and Soils, Auburn Univ., Auburn, AL.

cultivo é consideravelmente maior que a do capim-guandu. Portanto, o estudo a respeito de crotalária na alimentação animal não visa à inserção de uma nova forrageira no mercado, mas de aumentar a possibilidade de utilização de espécies que já são largamente cultivadas, agregando valor, transformando forragem em carne, que é um produto com mercado garantido.

Nos 2 anos de experimentos, o estabelecimento das forrageiras foi retardado por déficit hídrico. Não choveu no mês de abril de 2018 e nos meses de abril, maio e junho de 2019 as precipitações foram bem abaixo da média histórica. Além disso, as plantas de *P. maximum* foram severamente atacadas pelo percevejo-barriga-verde, na fase inicial, mesmo com a aplicação semanal de inseticida Imidacloprid + Beta-ciflutrina. Recentemente essa praga tem causado sérios problemas nas pastagens de *P. maximum* em áreas comerciais. Em 2018, as plantas das cultivares de *P. maximum* foram prejudicadas pelo ataque de capivaras. Outro fator que limitou o desenvolvimento das forrageiras em 2019 foi a ocorrência de geadas em 7 de julho e 4 de agosto desse ano.

Para a cultura da soja na safra 2018/2019, ocorreram precipitações superiores à média histórica, mas bem inferior em dezembro de 2018 (Figura 1). Na safra seguinte, as precipitações registradas foram muito próximas à média histórica, exceto em outubro de 2019, sendo necessário retardar a semeadura da soja. Em vários momentos, durante o período experimental, a temperatura média do ar (mensal) foi superior à média histórica (Figura 1).

Nos dois anos, a produção média de seis forrageiras, quando consorciadas com *C. juncea*, foi maior que a das gramíneas solteiras (Tabela 1). A maior produção de forragem obtida com o consórcio de gramíneas com *C. ochroleuca* foi em 2018. Para o consórcio com *C. juncea*, foi observada maior produção em 2019.

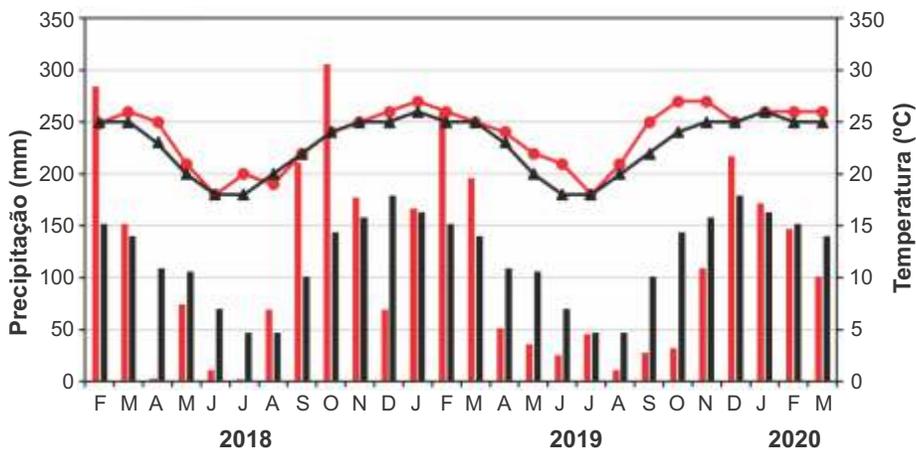


Figura 1. Precipitação mensal acumulada (observada e média histórica) e temperatura média mensal do ar (observada e média histórica) no período de fevereiro de 2018 a março de 2020, em Dourados, MS.

Tabela 1. Produção média de forragem de seis gramíneas forrageiras em cultivo solteiro ou consorciado com *Crotalaria juncea* ou *C. ochroleuca*, na entressafra de verão de 2018 e 2019⁽¹⁾.

Tratamento	Método de cultivo		
	Gramínea solteira	Gramínea + <i>Crotalaria juncea</i>	Gramínea + <i>C. ochroleuca</i>
 kg ha ⁻¹		
2018	4.444aB	5.617bA	5.325aA
2019	4.463aB	6.736aA	4.441bB

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,001$) e, minúscula na coluna, pelo teste F ($p \leq 0,001$).

O consórcio das cultivares de *P. maximum* com *C. juncea* apresentou maior produção de forragem quando comparado ao consórcio com *C. ochroleuca* ou com a gramínea solteira (Tabela 2). Em cultivo solteiro ou em consórcio, as cultivares de *P. maximum* apresentaram menor produção de forragem que as cultivares de *Brachiaria* spp., parte devido ao ataque de capivaras (2018) e parte pelo percevejo-barriga-verde (2019). A produção média de forragem das gramíneas solteiras ou em consórcio foi maior em 2019, em relação a 2018, exceto para o capim BRS Paiaguás. Em 2018, a gramínea mais produtiva foi o capim BRS Paiaguás; já em 2019, foram os capins Xaraés/MG5 e *B. ruziziensis*, considerando a média dos métodos de cultivo (solteiro ou consorciado).

Tabela 2. Produção de forragem de seis gramíneas forrageiras em cultivo solteiro (GS) ou consorciado com *Crotalaria juncea* (G + Cj) ou *C. ochroleuca* (G + Co), na entressafra de verão de 2018 e 2019⁽¹⁾.

Genótipo	Método de cultivo			Ano	
	GS	G + Cj	G + Co	2018	2019
 kg ha ⁻¹ kg ha ⁻¹	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6.586aA	6.763bA	7.285aA	7.204bA	6.552abA
BRS Paiaguás	6.912aA	8.188aA	7.567aA	9.156aA	5.956bB
Xaraés/MG5	7.148aA	7.423abA	7.056aA	7.427bA	6.990aA
BRS Tamani	1.418bB	4.379cA	1.891bB	1.679dB	3.447cA
BRS Quênia	2.184bB	4.928cA	2.942bB	2.563cB	4.140cA
BRS Zuri	2.472bB	5.378cA	2.555bB	2.741cB	4.196cA
Crotalária solteira		3.633	783		

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,001$). Para o fator Ano, médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste F ($p \leq 0,001$).

Com o enfoque na cobertura de solo, Garcia e Machado (2019) obtiveram, em dois de três anos, maior produção de palha de braquiária consorciada com *C. juncea*, em relação a *C. ochroleuca*, tal qual foi obtido no presente estudo. Porém, os resultados obtidos por esses autores divergem do presente estudo, em que a braquiária solteira apresentou maior produção de palha em relação aos consórcios com *C. juncea*, *C. spectabilis* ou *C. ochroleuca*. Possivelmente essa diferença esteja relacionada ao método de avaliação empregado nos dois estudos. No presente estudo, todas as forrageiras foram cortadas a

20 cm do solo e foram avaliadas as rebrotas, com cortes sucessivos nessa altura. As leguminosas contribuíram para o primeiro corte, mas, como elas não rebrotaram, as gramíneas continuaram crescendo sem competição. Ainda, Garcia e Machado (2019) avaliaram os consórcios em crescimento livre; nessas condições, as leguminosas floresceram e continuaram na parcela sombreando as gramíneas, mas por estarem na fase de florescimento, reduziram sua taxa de acúmulo. A braquiária não teve a oportunidade de expressar todo seu potencial de crescimento nos consórcios, somente no cultivo solteiro.

O maior número total de perfilhos foi obtido com o capim BRS Tamani e o menor com o capim BRS Paiaguás (Figura 2). As forrageias consorciadas com *C. juncea* apresentaram menor número de perfilhos, em relação aos capins solteiros ou consorciados com *C. ochroleuca* (Figura 3). *C. juncea* é muito vigorosa e estabeleceu-se primeiro, inibindo o crescimento inicial e a formação de perfilho das gramíneas.

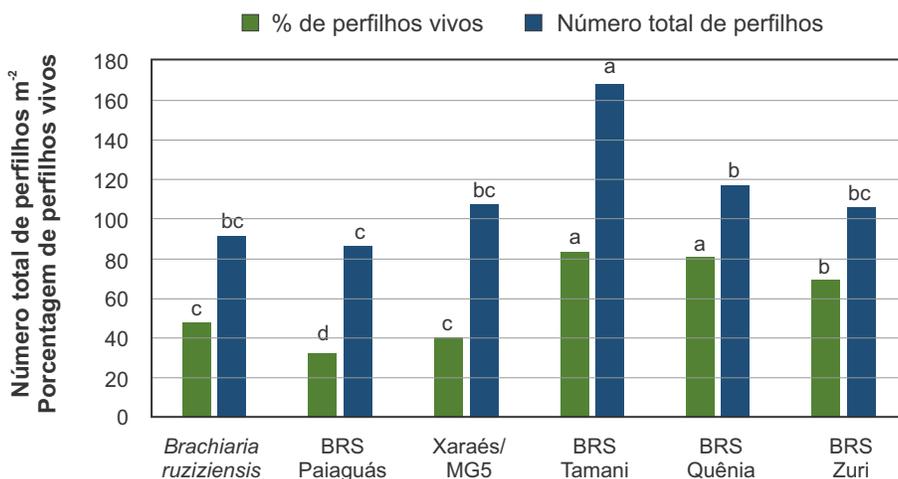


Figura 2. Número total de perfilhos e porcentagem de perfilhos vivos de seis gramíneas forrageiras cultivadas, média dos cultivos solteiros e consorciados com *Crotalaria juncea* ou *C. ochroleuca*, na entressafra de 2019.

Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Duncan ($p \leq 0,001$).

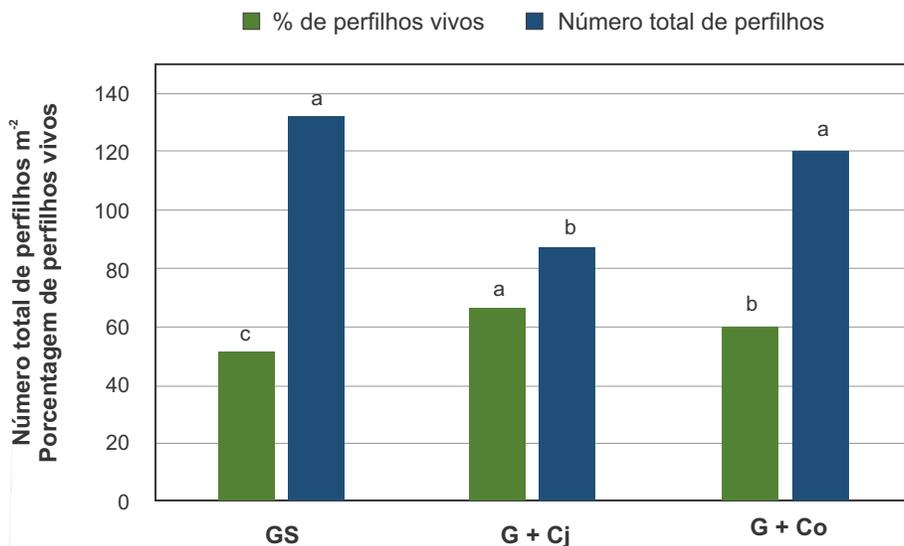


Figura 3. Número total de perfilhos e porcentagem de perfilhos vivos, média de seis gramíneas forrageiras, em cultivo solteiro (GS) ou em consórcio com *Crotalaria juncea* (G + Cj.) ou *C. ochroleuca* (G + Co), na entressafra de 2019.

Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Duncan ($p \leq 0,001$).

A quantidade de perfilhos obtida nesse estudo foi inferior à encontrada por Machado et al. (2017), mas a diferença entre as cultivares foi semelhante. A maior quantidade de perfilhos obtida por esses autores pode estar relacionada à idade das plantas forrageiras, que era mais avançada, já que foram semeadas em outubro e se desenvolveram em consórcio com soja.

Após três geadas, ocorridas em julho e agosto de 2019, muitos perfilhos morreram, sendo que a maior porcentagem de perfilhos vivos foi obtida com os capins BRS Tamani e BRS Quênia (Figura 2). As forrageiras consorciadas com *C. juncea* ou *C. ochroleuca* apresentaram menor porcentagem de perfilhos mortos após a ocorrência de geadas, em relação às gramíneas em cultivo solteiro (Figura 3). Como o experimento foi cultivado por 2 anos na mesma área e como a massa de forragem cortada permanecia na parcela, é provável que os nutrientes deixados por essas plantas, principalmente o nitrogênio, tenham contribuído para o desenvolvimento das plantas cultivadas em sucessão. Um dos fatores que determinam o vigor de rebrota das gramíneas na primavera é a reserva de nitrogênio na planta (Soares Filho et al., 2013).

A ocorrência de plantas daninhas é uma preocupação quando algumas espécies de crotalária são cultivadas. Essa preocupação não vale para *C. juncea*, já que essa leguminosa apresenta sementes grandes que germinam rapidamente e cobrem o solo, inibindo o desenvolvimento de outras espécies. Em 2019, na fase de estabelecimento das culturas, a massa seca de plantas daninhas teve redução considerável quando as gramíneas foram consorciadas com crotalária, principalmente com *C. juncea* (Tabela 3). De acordo com Timossi et al. (2011), *C. juncea* é eficiente na supressão de comunidades de plantas daninhas.

A soja cultivada em sucessão às gramíneas forrageiras solteiras ou em consórcio com crotalária apresentou diferenças significativas em crescimento e rendimento de grãos. As plantas de soja apresentaram maior altura quando cultivadas após os capins *B. ruziziensis* e BRS Quênia, sendo a menor após os capins BRS Zuri e BRS Tamani (Tabela 4). Maior altura das plantas foi obtida na safra 2019/2020, em relação a 2018/2019, e, também, quando a soja foi cultivada em sucessão às gramíneas consorciadas com *C. juncea*, em relação aos capins solteiros ou consorciados com *C. ochroleuca*. Como as crotalárias deixam grande quantidade de nitrogênio no solo (Barbosa et al., 2020), é possível que esse nutriente deixado pela *C. juncea* tenha contribuído para o desenvolvimento da cultura utilizada em sucessão, aspecto que necessita de mais estudos.

Tabela 3. Massa seca média de plantas daninhas na primeira avaliação do consórcio de seis gramíneas forrageiras em cultivo solteiro ou consorciado com *Crotalaria juncea* ou *C. ochroleuca*, na entressafra de verão de 2018 e 2019⁽¹⁾.

Tratamento	Método de cultivo		
	Gramínea solteira	Gramínea + <i>C. juncea</i>	Gramínea + <i>C. ochroleuca</i>
 kg ha ⁻¹		
2018	228bA	61aA	155bA
2019	1.260aA	102aC	794aB

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,001$) e, minúscula na coluna, pelo teste F ($p \leq 0,001$).

Tabela 4. Altura das plantas de soja cultivadas em sucessão a seis gramíneas forrageiras em cultivo solteiro (GS), consorciadas com *Crotalaria juncea* (G + Cj) ou *C. ochroleuca* (G + Co), nas safras 2018/2019 e 2019/2020⁽¹⁾.

Tratamento	Método de cultivo				Safra	
	GS	G + Cj	G + Co	Média ⁽²⁾	2018/2019	2019/2020
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	97,2	99,3	94,8	97,1a	96,5	97,6
BRS Paiaguás	93,5	99,0	95,7	96,1ab	94,2	97,9
Xaraés/MG5	93,7	97,3	94,4	95,1abc	93,4	96,8
BRS Tamani	91,0	98,5	92,8	94,1bc	93,8	94,4
BRS Quênia	95,2	98,8	97,1	97,0a	96,6	97,4
BRS Zuri	91,4	95,7	92,6	93,2c	93,0	93,5
Média	93,6B	98,1A	94,6B	95,4	94,6B	96,3A
Solteira	87,6 ⁽³⁾	93,9	88,1	89,9		

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,01$).

⁽²⁾ Para o fator safra, médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste F ($p \leq 0,001$).

⁽³⁾ Pousio.

O número de plantas de soja da colheita da soja foi maior quando cultivada em sucessão ao capim BRS Tamani, em relação aos capins BRS Paiaguás, Xaraés/MG5 e BRS Quênia, na safra 2018/2019 (Tabela 5). A soja cultivada após o capim Xaraés/MG5 e *B. ruziziensis* apresentou maior número de plantas na safra 2019/2020, em relação à safra anterior. O maior número de plantas foi obtido, também, quando a soja foi cultivada após os consórcios de gramíneas e *C. ochroleuca*, em relação aos capins solteiros ou consorciados com *C. juncea*, na safra 2018/2019.

Tabela 5. Número de plantas de soja m⁻² cultivada em sucessão a seis gramíneas forrageiras perenes em cultivo solteiro (GS) ou consorciadas com *Crotalaria juncea* (G + Cj) ou *C. ochroleuca* (G + Co), safras de 2018/2019 e 2019/2020⁽¹⁾.

Tratamento	Método de cultivo				Safras	
	GS	G + Cj	G + Co	Média	2018/2019	2019/2020
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	22,9	22,2	23,9	23,0	22,4abB	23,6aA
BRS Paiaguás	19,5	21,5	22,1	21,0	18,5cA	23,5aA
Xaraés/MG5	22,6	22,9	24,1	23,2	21,3bB	25,1aA
BRS Tamani	23,8	25,4	24,1	24,4	24,7aA	24,1aA
BRS Quênia	21,3	22,3	22,2	21,9	21,9bA	22,0aA
BRS Zuri	23,6	23,6	22,0	23,1	23,9abA	22,3aA
Média	22,3	23,0	23,1	22,8	22,1	23,4
Solteira	21,7 ⁽²⁾	24,8	21,9	22,8	22,2	23,4
Safras						
2018/2019	21,2bB	21,5bB	23,7aA			
2019/2020	23,4aA	24,5aA	22,4aA			

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,001$). Para a interação safras x tratamentos, médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e para a interação safras x método de cultivo, médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste F ($p \leq 0,001$).

⁽²⁾ Pousio.

O número de vagens de soja por planta foi maior quando essa oleaginosa foi cultivada em sucessão ao capim BRS Paiaguás, em relação aos capins *B. ruziziensis* e BRS Tamani, na safra 2018/2019 (Tabela 6). Na safra 2018/2019 essa variável apresentou maior valor para soja cultivada em sucessão ao capim Xaraés/MG5, em relação à safra 2019/2020, não diferindo entre os anos para as demais forrageiras. Na safra 2019/2020 obteve-se o maior número de vagens por plantas de soja quando essa oleaginosa sucedeu o consórcio de gramíneas forrageiras e *C. ochroleuca*, em relação aos capins solteiros ou consorciados com *C. juncea*. Essa variável apresentou maiores valores quando a soja foi cultivada em consórcio com *C. ochroleuca* na safra 2019/2020, em relação à safra 2018/2019.

Tabela 6. Número de vagens por planta de soja cultivada em sucessão a seis gramíneas forrageiras perenes em cultivo solteiro (GS) ou consorciadas com *Crotalaria juncea* (G + Cj) ou *C. ochroleuca* (G + Co), safras de 2018/2019 e 2019/2020⁽¹⁾.

Tratamento	Método de cultivo				Safrá	
	GS	G + Cj	G + Co	Média	2018/2019	2019/2020
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	66,9	72,0	76,0	71,6	69,6A	73,6aA
BRS Paiaguás	79,1	71,6	86,6	79,1	83,4aA	74,8aA
Xaraés/MG5	75,5	69,8	79,0	74,7	81,2abA	68,2aB
BRS Tamani	69,3	67,7	72,6	69,9	70,0cA	69,7aA
BRS Quênia	78,9	69,3	82,6	76,9	74,1abcA	79,7aA
BRS Zuri	78,2	65,5	79,8	74,5	70,7bcA	78,4aA
Média	74,6	69,3	79,4	74,5	74,9	74,1
Solteira	73,7	63,0	71,8	69,5	72,8	66,3
Safras						
2018/2019	77,8aA	71,7aA	75,1bAb			
2019/2020	71,5aB	66,9aB	83,8aA			

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Duncan ($P \leq 0,01$). Para a interação safras x tratamentos, médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e para a interação safras x método de cultivo, médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste F ($p \leq 0,01$).

A massa de cem grãos de soja foi maior quando essa oleaginosa foi cultivada após os consórcios de gramíneas forrageiras consorciadas com *C. juncea*, em relação à gramínea solteira ou consorciada com *C. ochroleuca* (Tabela 7). Na safra 2018/2019, a massa de cem grãos de soja foi maior que na safra 2019/2020. O inverso ocorreu com o número de grãos por vagem, em que o maior valor foi obtido na safra 2019/2020 (Tabela 8).

O rendimento de grãos foi superior para a sucessão de soja com os consórcios de gramíneas forrageiras com *C. ochroleuca* e com *C. juncea*, em relação às gramíneas solteiras, na safra 2018/2019, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) na safra seguinte (Tabela 9). Na safra 2019/2020, o rendimento de grãos foi maior que na safra 2018/2019. Os resultados obtidos na safra 2018/2019 estão de acordo com os obtidos por Garcia e Machado (2019), em que consórcio com crotalária possibilitou o aumento do rendimento de grãos de soja, quando essa oleaginosa foi cultivada em sucessão.

Tabela 7. Massa de cem grãos (g) de soja cultivada em sucessão a seis gramíneas forrageiras perenes em cultivo solteiro (GS) ou consorciadas com *Crotalaria juncea* (G + Cj) ou *C. ochroleuca* (G + Co), safras de 2018/2019 e 2019/2020⁽¹⁾.

Saфра	Forrageira			Média
	GS	G + Cj	G + Co	
2018/2019	9,6	9,9	9,6	9,7a
2019/2020	8,3	8,5	8,3	8,3b
Média	8,9B	9,2A	8,9B	

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,001$) e, minúscula na coluna, pelo teste F ($p \leq 0,001$).

Tabela 8. Número de grãos por vagem de soja cultivada em sucessão a seis gramíneas forrageiras perenes em cultivo solteiro (GS) ou consorciadas com *Crotalaria juncea* (G + Cj) ou *C. ochroleuca* (G + Co), safras de 2018/2019 e 2019/2020⁽¹⁾.

Saфра	Forrageira			Média
	GS	G + Cj	G + Co	
2018/2019	2,2	2,2	2,2	2,2b
2019/2020	2,5	2,6	2,5	2,5a
Média	2,3	2,4	2,4	2,4

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Duncan ($P \leq 0,05$).

Tabela 9. Rendimento médio de grãos de soja cultivada em sucessão a seis gramíneas forrageiras perenes solteiras ou consorciadas com *Crotalaria juncea* ou *C. ochroleuca*, nas safras de 2018/2019 e 2019/2020⁽¹⁾.

Saфра	Método de cultivo		
	Gramínea solteira	Gramínea + <i>C. juncea</i>	Gramínea + <i>C. ochroleuca</i>
2018/2019	2.289bB	2.632bA	2.747bA
2019/2020	3.267aA	3.345aA	3.144aA

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste Duncan ($p \leq 0,01$) e, minúscula na coluna, pelo teste F ($p \leq 0,01$).

O aumento do rendimento de grãos da soja, tendo as crotalárias como cultura antecessora, deve-se à recuperação física e biológica dos solos (Tanaka; Mascarenhas, 1992; Lamas et al., 2016). A melhoria física do solo é tão importante quanto a biológica. O rendimento da cultura da soja cultivada em sucessão a plantas de cobertura não é explicado apenas pela população de nematoides (Debiasi et al., 2016). Em área infestada pelo nematoide *Pratylenchus brachyurus*, Cruz et al. (2020) obtiveram aumento no rendimento de grãos de soja quando em sucessão ao consórcio de capim Xaraés e *C. spectabilis* ou *C. ochroleuca*, em relação à sucessão soja/milho. Mesmo o capim Xaraés/MG5 sendo um multiplicador dessa espécie de nematoides, o rendimento de grãos aumentou, em relação à sucessão soja/milho, provavelmente pela melhoria física do solo promovida pelo aumento na produção de palha e raízes. Por isso, o arranjo de espécies em cultivos consorciados deve ser pensado visando à melhoria do solo, nos aspectos químicos, físicos e biológicos.

Pelas características de *C. juncea* e *C. ochroleuca*, de ciclo curto, baixa aceitabilidade da forragem fresca e ausência de rebrota, fica claro que seu cultivo deve ser consorciado com uma gramínea. O consumo de crotalária fresca por ruminantes é restrito, mas forragem seca é bem aceita (Mosjidis et al., 2013). A produção de feno pode ser uma forma de viabilizar a utilização dessas leguminosas.

O equilíbrio entre as gramíneas forrageiras e as crotalárias cultivadas em consórcio pode ser atingido se forem escolhidos genótipos com velocidade de crescimento e porte semelhantes. *C. juncea* se estabelece rapidamente e apresenta porte elevado; por isso, se associa bem com *P. maximum* de porte alto, como o capim BRS Zuri (Figura 4). Já *C. ochroleuca* desenvolve-se mais lentamente e seu porte é mais baixo, consorciando-se bem com capim BRS Tamani e BRS Paiaguás (Figura 5).



Foto: Luis Armando Zago Machado

Figura 4. Capim BRS Zuri consorciado com *Crotalaria juncea*.



Foto: Luis Armando Zago Machado

Figura 5. Capim BRS Tamani consorciado com *Crotalaria ochroleuca*.

Conclusões

- a) A produção de forragem pode ser aumentada na entressafra da soja se as gramíneas forrageiras forem consorciadas com crotalária, principalmente com *Crotalaria juncea*.
- b) O rendimento de grãos de soja pode ser aumentado quando essa oleaginosa for antecedida por gramíneas forrageiras perenes consorciadas com *C. juncea* ou *C. ochroleuca*.
- c) A massa de plantas daninhas pode ser reduzida na fase de estabelecimento de gramíneas forrageiras perenes cultivadas em sucessão a soja se estas forem consorciadas com crotalárias.

Agradecimentos

Aos senhores José Donizete Carlos, Sílvio César Gomes e Toshio Hisaeda pelo fornecimento das sementes empregadas nos experimentos.

Referências

- BARBOSA, I. R.; SANTANA, R. S.; MAUAD, M.; GARCIA, R. A. Produção de matéria seca e marcha de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio em *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e61011, 2020. DOI: 10.1590/1983-40632020v5061011
- CARVALHO, P. C. de F.; TRINDADE, J. K.; MEZZALIRA, J. C.; POLI, C. H. E. C.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; GONDA, H. L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 109–122, jul. 2009. (Supl. Especial) DOI: 10.1590/S1516-35982009001300013
- COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 192–199, 2010. DOI: 10.1590/S0102-09352010000100026
- CRUZ, T. T.; ASMUS, G. L.; GARCIA, R. A. *Crotalaria* species in succession to soybean for the management of *Pratylenchus brachyurus*. **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, 2020. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190645
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1720–1728, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016001000003
- GARCIA, R. A.; MACHADO, L. A. Z. **Braquiária com crotalária na entressafra**: efeito positivo na soja em sucessão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2019. 21 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 83). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208486/1/BP-83.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- LAMAS, F. M.; BOLDT, A. S.; SILVA, J. F. V.; ASMUS, G. L.; GALBIERI, R. Influência no sistema de produção soja-algodoeiro na população de fitonematoides. In: GALBIERI, R.; BELOT, J. L. (Ed.). **Nematoides fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros**: biologia e medidas de controle. Cuiabá: IMAmt, 2016. p. 91–124. (Boletim de P&D, n. 3).
- MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 415–422, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000400010
- MACHADO, L. A. Z.; CECATO, U.; COMUNELLO, E.; CONCENÇO, G.; CECCON, G. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 7, p. 521–529, 2017. DOI: 10.1590/S0100204X2017000700006
- MOSJIDIS, J. D.; BALKCOM, K. S.; BURKE, J. M.; CASEY P.; HESS, J. B.; WEHTJE G. **Production of the sunn hemp cultivars; 'AU Golden' and 'AU Durbin' developed by Auburn University**. Auburn, Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station, 2013. 7 p. (Alabama Agricultural Experiment Station. Technical Report, 328).
- MOSJIDIS, J. D.; WANG, M. L. Crotalária. In: KOLE, C. (Ed.). **Wild crop relatives**: genomic and breeding resources. Berlin: Springer, 2011. p. 39–63 DOI: 10.1007/978-3-642-20450-0
- OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E. Silagem de milho (*Zea mays* L.) consorciado com leguminosas na alimentação animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 1, p. 39–44, 1992.

PAULINO, V. T.; GERDES, L.; VALARINI, M. J.; FERRARI JR, E. **Retrospectiva do uso de leguminosas forrageiras**. In: VALDINEI TADEU PAULINO; EVALDO FERRARI JUNIOR; LUCIANA GERDES. (Ed.). *Uso de leguminosas forrageiras*. Nova Odessa: APTA/IZ, 2006, v. 1, p. 1–47 (CD-ROM)

SARWATT, S. V.; MKIWA, F. E. J. The current status of knowledge on the feed value of *Crotalaria* species. In: JOINT WORKSHOP HELD IN Lilongwe, Malawi, 1988. **Utilization of research results on forage and agricultural by-product materials as animal feed resources in Africa**: proceedings. Addis Ababa: International Livestock Center for Africa, 1990, p. 196–203. Editado por: B.H. Dzowela, A.N. Said, Asrat Wendem-Agen and J.A. Kategile

SOARES FILHO, C. V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. da C.; JOBIM, C. C.; BELONI, T.; PERRI, S. H. V. Sistema radícula e reservas orgânicas de raízes e base do colmo de capim Tanzânia fertilizado com doses de nitrogênio sob pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2415–2426, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n5p2415

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DIAS, O. S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E. A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 11, p. 1477–1483, 1992.

TIMOSSI, P. C.; WISINTAINER, C.; SANTOS, B. J.; PEREIRA, V. A.; PORTO, V. S. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalaria, em função de métodos de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 525–530, 2011. DOI: 10.5216/pat.v41i4.11603

WHITE, G. A.; HAUN, J. R. Growing *Crotalaria juncea*, a multi-purpose fiber legume, for paper pulp. **Economic Botanic**, n. 19, p. 175–183, 1965. DOI: 10.1007/BF02862829

Embrapa

Agropecuária Oeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL