



GUSTAVO MALDINI PENNA DE VALADARES E VASCONCELOS

**COMPETIÇÃO DA *Crotalaria sp.* E *Urochloa brizantha cv.*
Marandu NO CONSÓRCIO COM O MILHO**

**LAVRAS - MG
2020**

GUSTAVO MALDINI PENNA DE VALADARES E VASCONCELOS

**COMPETIÇÃO DA *Crotalaria* sp. E *Urochloa brizantha* cv. Marandu NO
CONSÓRCIO COM O MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel
Orientador

Dr. Décio Karam
Coorientador

**LAVRAS - MG
2020**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Valadares e Vasconcelos, Gustavo Maldini Penna de.

Competição da *Crotalaria* sp. e *Urochloa brizantha* cv. Marandu no consórcio com o milho / Gustavo Maldini Penna de Valadares e Vasconcelos. – 2019.

59 p. : il.

Orientador: Élberis Pereira Botrel.

Coorientador: Décio Karam.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Braquiária. 2. Plantas de cobertura. 3. Consórcio. I. Botrel, Élberis Pereira. II. Karam, Décio. III. Título.

GUSTAVO MALDINI PENNA DE VALADARES E VASCONCELOS

**COMPETIÇÃO DA *Crotalaria* sp. E *Urochloa brizantha* cv. Marandu NO
CONSÓRCIO COM O MILHO**

**COMPETITION BETWEEN *Crotalaria* sp. AND *Urochloa brizantha* cv. Marandu IN
CONSORTIUM WITH CORN**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 28 de junho de 2019.

Dr. Pedro Milanez de Resende	UFLA
Dr. Regis Pereira Venturin	EPAMIG

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel
Orientador

Dr. Décio Karam
Coorientador

**LAVRAS - MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e coragem em todos os momentos de minha vida.

A minha mãe Marisa Maldini e a meu pai Eber Vasconcelos por todo amor, carinho, conselhos, apoio e incentivo durante toda minha vida.

Ao professor Dr. Élberis Pereira Botrel pela amizade e pela orientação durante todas as etapas, sempre com paciência e muita alegria.

Ao Dr. Décio Karam pela orientação, paciência e amizade.

A Marli que me ajudou durante todas as etapas do mestrado sempre com muito carinho e paciência.

A Gislei, Luiz Carlos, Zilda, Emilio, Edna, Tamiro, Felipe e Gustavo, que me acolheram como parte da família durante o período do mestrado.

Aos amigos do NESPD.

Aos meus amigos Eduardo, Vitor, Junior, Giuliana, Karina, Isabela, Iris, Melina, Daiana, Viviane e Jessica, que me ajudaram muito na realização deste projeto.

A UFLA e todos os seus funcionários que me ajudaram nessa conquista.

A Embrapa Milho e Sorgo pelo apoio.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro.

RESUMO GERAL

O uso de plantas de cobertura é uma prática utilizada em diferentes sistemas de manejo de conservação do solo com a finalidade de produzir uma camada de matéria vegetal sobre o solo para evitar o processo de erosão, além de proporcionar melhor infiltração de água no solo, evitar a evaporação, melhorar a ciclagem de nutrientes e aumentar o teor de matéria orgânica no solo. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação em duas localidades, Sete Lagoas-MG e Lavras-MG, tendo como objetivo avaliar a competição entre as espécies *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria sp.* (crotalária), cultivadas em diferentes proporções. Os tratamentos foram constituídos de braquiária/crotalária consorciadas nas seguintes proporções (100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 e 0/100) em cultivo solteiro, no primeiro experimento, e consorciadas com o milho no segundo experimento. Avaliaram-se no primeiro experimento a altura das plantas, a massa seca e o número de folhas da crotalária e número de afilhos da braquiária, no segundo experimento avaliaram-se a altura, a massa seca das folhas e colmo, o número de folhas, a área foliar e o diâmetro de colmo do milho. As análises dos experimentos indicam que a braquiária é uma melhor competidora quando comparada com a crotalária, obtendo melhores produtividades nas duas localidades, possuindo maior agressividade em relação à crotalária e quanto maior a proporção de braquiária em consórcio, menor a altura de planta, o número de folhas, a massa seca e a área foliar do milho.

Palavras-chave: Braquiária. Plantas de cobertura. Consórcio. Substitutivo. *Zea mays*.

GENERAL ABSTRACT

The use of cover crops is a practice used in different soil conservation management systems and aims to produce a layer of plant material on the soil to prevent erosion, also providing better water infiltration in the soil, avoiding evaporation, improving nutrient cycling, and increasing the content of organic matter in the soil. We conducted the experiments in a greenhouse at two locations, Sete Lagoas-MG and Lavras-MG, with the objective of evaluating the competition between the species *Urochloa brizantha* cv. Marandu (Brachiaria) and *Crotalaria* sp. (Crotalaria), grown in different proportions. The treatments consisted of Brachiaria/Crotalaria in a consortium in the following proportions (100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80, and 0/100) in single cultivation, for the first experiment, and in consortium with corn in the second experiment. In the first experiment, we evaluated plant height, dry mass, and number of Crotalaria leaves Brachiaria shoots. In the second experiment, we evaluated plant height, leaf and stem dry mass, the number of leaves, leaf area, and stem diameter of the corn. The analyses indicate that Brachiaria is a better competitor when compared to the Crotalaria, obtaining better productivity in both locations and having greater aggressiveness. Furthermore, the higher the proportion of Brachiaria in a consortium, the smaller the plant height, the number of leaves, dry mass, and leaf area of the corn.

Keywords: Brachiaria. Cover plants. Consortium. Substitute. *Zea mays*.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	8
1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Competição entre plantas	10
2.2	Experimentos substitutivos	10
2.3	Consórcio	12
2.4	Adubação verde e plantas de cobertura	13
2.4.1	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	15
2.4.2	<i>Crotalaria</i> sp.	15
2.4.2.1	<i>Crotalaria spectabilis</i>	16
2.4.2.2	<i>Crotalaria juncea</i>	16
2.5	Milho no sistema de consórcio	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Área experimental	19
3.2	Material vegetal	19
3.3	Unidade experimental	20
3.4	Delineamento experimental e tratamentos	20
3.4.1	Experimento 1	20
3.4.2	Experimento 2	21
3.5	Instalação e condução dos experimentos	21
3.6	Características avaliadas	22
3.6.1	Milho	22
3.6.2	Plantas de cobertura	23
3.7	Análise estatística	23
	REFERÊNCIAS	24
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	30
	ARTIGO 1 - COMPETIÇÃO ENTRE <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu e <i>Crotalaria</i> sp., CULTIVADAS EM DIFERENTES PROPORÇÕES	30
	ARTIGO 2 - INTERAÇÃO ENTRE DIFERENTES PROPORÇÕES DE <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu e <i>Crotalaria</i> sp., EM CONSÓRCIO COM O MILHO	46

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O consórcio entre plantas é uma estratégia de manejo que visa a maior produção de fitomassa, protegendo e mantendo as características físicas e químicas dos solos, além de reduzir o custo de produção. A preservação e manutenção do solo e da água ocorrem graças a cobertura vegetal que reduz a exposição direta do solo aos fatores ambientais, permitindo maior retenção da umidade, reduzindo o impacto das gotas de água, evitando a erosão e melhorando a ciclagem de nutrientes (Hu et al., 2015, 2017). Para potencializar as vantagens do consórcio é muito importante avaliar a competição entre plantas.

A competição entre duas ou mais plantas ocorre quando os recursos disponíveis, considerados essenciais para seu desenvolvimento, encontram-se em quantidades inferiores às necessárias para atender a demanda de todos os indivíduos (Agostinetto et al., 2013). Existem dois tipos de competição, a interespecífica, que ocorre quando plantas de espécies diferentes competem por nutrientes, água, luz e espaço, e a competição intraespecífica, que ocorre quando plantas da mesma espécie competem pelos recursos disponíveis no ambiente (Agostinetto et al., 2008; Oliveira et al., 2015).

Para auxiliar no entendimento do processo competitivo entre as plantas, principalmente, quando o intuito é analisar efeitos de proporção entre elas, são instalados experimentos substitutivos. Estes são conduzidos de tal forma que a densidade permaneça constante, e haja variação somente da proporção das plantas em estudo (Harper, 1977; Bastiani, 2016). As condições com que os experimentos são instalados requerem atenção especial, sendo necessário controlar as condições de cultivo, evitando qualquer tipo de interferência externa e garantindo melhores resultados experimentais (Wandscheer et al., 2014).

Alguns dos fatores de grande importância a serem considerados na competição são a densidade e as espécies de plantas presentes. O aumento na densidade reflete em maiores perdas da cultura, já que quanto maior a densidade de plantas, maior será a quantidade de indivíduos competindo pelos mesmos recursos do meio (Christoffoleti; Victoria Filho, 1996; Erasmo et al., 2000). As plantas podem competir, entre espécies diferentes, por recursos como água, luz, nutrientes, espaço físico, entre outros, ou podem competir entre indivíduos de mesma espécie pelos mesmos recursos disponíveis no local (Zanine; Santos, 2004; Oliveira et al., 2015; Erasmo et al., 2017).

A densidade das plantas cultivadas é definida pelo agricultor, o que varia no consórcio é a proporção das plantas de cobertura (Christoffoleti; Victoria Filho, 1996). A escassez de informações sobre a melhor proporção a ser utilizada, ou seja, que atenda ao propósito do sistema, reflete na maior necessidade de informação e estudos. Com base nisso, foram instalados experimentos com o objetivo de avaliar a competição entre *Urochloa brizantha* cv Marandu e *Crotalaria* sp., cultivadas em diferentes proporções; e a interferência destas plantas, nas mesmas proporções, no milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Competição entre plantas

A redução da produtividade das culturas pode ocorrer em razão de fatores edáficos, climáticos, e da competição entre plantas, esta última conhecida como uma forma de interferência direta entre as plantas, que competem por nutrientes, água, luminosidade e espaço físico (Pitelli, 1987; Bastiani, 2016; Forte et al., 2017).

Essa competição ocorre quando duas ou mais plantas utilizam um mesmo recurso, que esteja limitado no ecossistema, para seu crescimento e desenvolvimento, indisponibilizando estes para as outras plantas que estejam próximas, sendo que as plantas da mesma espécie competem com maior intensidade pelos recursos disponíveis (Radosevich; Holt; Ghera, 1997; Oliveira et al., 2015; Agostinetto et al., 2008).

O consórcio de plantas pode causar interferências diretas por causa da competição, depreciando a qualidade do produto, ou interferências indiretas, quando alguma das plantas atua como hospedeira de pragas ou doenças (Pitelli, 1987). Algumas culturas como o milho, sorgo, arroz e cana têm sido utilizadas no consórcio com forrageiras, tendo como vantagem o controle de plantas daninhas, cobertura do solo e ciclagem de nutrientes, porém, o plantio simultâneo da forragem com a cultura ocasiona a redução da produtividade das espécies pela competição entre elas (Jakelaitis et al., 2004).

Grande maioria das pesquisas tem como objetivo determinar o período crítico de competição, não aprofundando em estudos para entender melhor o processo competitivo em si, buscando somente a quantificação de perdas (Hernandez et al., 2002; Nepomuceno et al., 2007; Cunha et al., 2015; Machado et al., 2015). Sendo assim, para avaliar a competição entre espécies consorciadas são utilizados os experimentos substitutivos, que permitem o estudo da competição inter e intraespecífica (Bianchi et al., 2006; Agostinetto et al., 2008).

2.2 Experimentos substitutivos

Os experimentos substitutivos são utilizados com o objetivo de apontar qual das duas espécies é um melhor competidor e analisar a interação entre as duas (Cousens, 1991). Neste delineamento, a densidade total de plantas das duas espécies é mantida constante variando somente a proporção entre elas (Harper, 1977). Os resultados obtidos podem ser interpretados qualitativamente, analisando os dados de produção de massa vegetal das diferentes

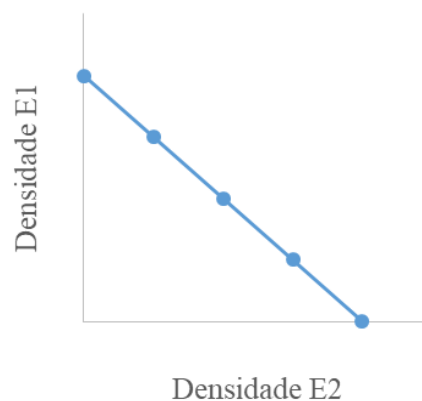
proporções em relação à produção das espécies solteiras (Yamauti, Alves, Carvalho, 2011; Agostinetto et al., 2013), ou quantitativamente através de equações matemáticas que resultam em índices de competição (Spitters, 1983). Este método é útil para avaliação da interferência entre duas espécies em uma população total, e na avaliação das interações das proporções (Martins; Yamauti; Alves, 2018).

O método de série substitutiva, utilizado em experimentações, de acordo com Cousens (1991), indica a variação da densidade de duas espécies, sendo que a densidade total das plantas permanece a mesma (Figura 1). O design permite avaliar a variação e o efeito nas proporções, a fim de descobrir qual das espécies apresenta melhor potencial competidor, além de avaliar a forma como as espécies interagem (Figura 2).

Uma das análises que pode ser realizada através do método substitutivo consiste na construção de diagramas com base na produtividade relativa (PR) e produtividade relativa total (PRT) (Wandscheer et al., 2013). A PRT é a soma das PRs das duas espécies consorciadas em diferentes proporções. Quando a PR resulta em linha reta considera-se que não exista competição de uma espécie sobre a outra; quando resulta em linha côncava considera-se que houve competição, causando prejuízo no desenvolvimento de uma ou de ambas as espécies analisadas; se a PR resulta em uma linha convexa, significa que houve um benefício no desenvolvimento de uma ou de ambas as espécies (Agostinetto et al., 2009).

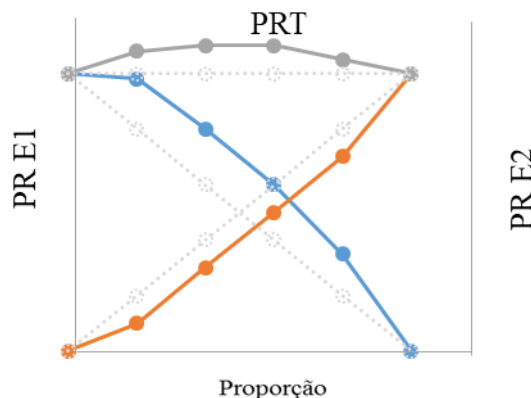
Quando a PRT resulta em uma linha reta igual a 1 indica que houve competição entre as espécies pelos mesmos recursos disponíveis; se a PRT for superior a 1, significa que não houve competição, recursos superaram a demanda ou as espécies possuem demandas diferentes pelos recursos; a PRT sendo inferior a 1 aponta a ocorrência de antagonismo, havendo prejuízo no desenvolvimento de ambas as espécies (Cousens, 1991).

Figura 1 - Combinação de densidade de duas espécies em série substitutiva.



Fonte: (Adaptado de Cousens, 1991).

Figura 2 - Diagrama da série substitutiva ilustrando a relação entre a produtividade relativa em função da espécie 1 (PR E1) e espécie 2 (PR E2), e a relação entre as duas espécies (PRT).



Fonte: (Adaptado de Cousens, 1991).

Através deste método, além da PR e da PRT, pode-se calcular os índices de competitividade relativa (CR), o coeficiente de agrupamento relativo (K) e a agressividade (A). A CR representa o crescimento comparativo da espécie 1 em relação à espécie 2; o K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra; e A aponta qual das duas espécies é mais agressiva. A interpretação conjunta deste índice indica com maior clareza qual espécie é mais competitiva (Cousens, 1991; Bianchi et al., 2006).

2.3 Consórcio

O consórcio de plantas é definido pelo cultivo de duas espécies ou mais, em uma mesma área, durante todo o ciclo das plantas ou parte dele. Na literatura são encontrados resultados que evidenciam que a prática de consórcio comparado com o cultivo solteiro traz benefícios ambientais, podendo potencializar o desenvolvimento da cultura, em razão das complementariedades entre as espécies (Latati et al., 2016). Contudo, a competição entre plantas dentro do consórcio pode reduzir o crescimento, a massa e o rendimento das plantas e dos grãos da cultura principal (Wilson, 1988). O sucesso do consórcio depende basicamente da redução da competição entre as espécies.

A consorciação de culturas com plantas de cobertura, entre elas Fabáceas e Poáceas, em comparação aos cultivos solteiros, proporciona uma formação de cobertura vegetal, mais

próxima do ideal, tanto em relação à quantidade de cobertura produzida, quanto à qualidade dos resíduos, beneficiando a cultura seguinte (Ziech et al., 2015).

Dentre as plantas de cobertura, as Fabáceas são conhecidas por sua capacidade de fixar o N_2 presente na atmosfera e por possuir baixa relação C/N, que proporciona uma mineralização mais rápida no N presente nos resíduos vegetais, sendo amplamente utilizada como adubo verde. Já as Poáceas são conhecidas por apresentarem uma elevada relação C/N em sua palhada, que resulta na imobilização de N, diminuindo a quantidade deste disponível no solo, durante o processo inicial de decomposição (Aita et al., 2004).

O consórcio de plantas de cobertura é capaz de maximizar a qualidade da palhada formada, levando em conta a rápida velocidade de degradação e da disponibilização de N pelas Fabáceas, e a degradação lenta e imobilização dos nutrientes pelas Poáceas, sendo assim é possível otimizar a liberação de N e a decomposição da palha sobre o solo, favorecendo o melhor desenvolvimento da cultura (Giacomini et al., 2004; Latati et al., 2016).

2.4 Adubação verde e plantas de cobertura

A adubação verde é uma prática agrícola que vem sendo utilizada para melhorar a produtividade das lavouras baseando-se na utilização de plantas, normalmente, leguminosas, com o objetivo de melhorar, preservar ou até mesmo restaurar a fertilidade do solo. As plantas, que serão cortadas, podem ser produzidas ou não na área destinada, e os restos culturais incorporados ou não.

Os primeiros registros de utilização da adubação verde ocorreram na China, Grécia e Itália, há mais de 2.000 anos (Lima Filho et al., 2014). Já no Brasil, os produtores a utilizam há menos de cem anos, porém, vêm obtendo bons resultados agrícolas e um ótimo retorno econômico.

Além das leguminosas, foram introduzidas, nos anos 1980, outras espécies vegetais no conceito de adubação verde, sendo denominados adubos verde ou “plantas de cobertura”, que compreendem também as famílias das gramíneas (Poáceas), compostas (Asteráceas), crucíferas (Brássicas), entre outras (Lima Filho et al., 2014).

A finalidade principal é gerar uma cobertura vegetal sobre o solo para preservar e restaurar a produtividade das áreas de cultivo, além de melhorar o aproveitamento do solo, das máquinas e dos insumos, o que conseqüentemente, melhora a estrutura do solo (Alvarenga et al., 2001). As plantas de cobertura estão sendo muito utilizadas em esquemas de sucessão, rotação ou consórcio em grandes áreas de produção, tanto de grãos, com em culturas anuais e

perenes, e reforma de pastagem (Amado et al., 2001; Borges et al., 2016; Pacheco et al., 2017).

As plantas de cobertura são muito importantes na agricultura, sendo responsáveis pelo aumento da biomassa, que somada aos restos vegetais das culturas, promovem melhor cobertura do solo. A palhada apresenta grandes vantagens na ciclagem de nutrientes e no tempo de decomposição da cobertura, que resulta em melhorias físicas e químicas do solo, proporciona o aumento da matéria orgânica, e manutenção da temperatura do solo, diminui a erosão hídrica e eólica, além de suprimir plantas daninhas (Boer et al., 2008). Dessa forma, as culturas subsequentes são favorecidas, também, tanto na germinação quanto no desenvolvimento, pela melhoria que as plantas de cobertura proporcionam.

A escolha das plantas de cobertura deve ser feita de acordo com o tipo de solo e o clima local, buscando sempre plantas que se adaptam bem ao sistema de cultivo, que produzam quantidade de matéria seca suficiente para promover boa cobertura do solo, decompondo-se de forma lenta, para, conseqüentemente, proteger o solo durante um longo período (Mendonça et al., 2015; Favarato et al., 2016).

A quantidade, qualidade e uniformidade da distribuição da palhada sobre o solo é muito importante no sistema de plantio direto, sendo considerada 6 t ha⁻¹ de resíduos uma quantidade adequada de cobertura no solo (Nunes et al., 2006). A escolha correta das plantas de cobertura é essencial para o sucesso do sistema, podendo ser utilizadas plantas de diferentes famílias, predominando as Fabáceas e Poáceas.

Entre as Poáceas, as espécies que se destacam como plantas de cobertura são a braquiária, o milheto, o sorgo e a aveia-preta, por produzirem grande quantidade de palhada e apresentarem uma boa durabilidade no solo (Silva et al., 2015). As Fabáceas destacam-se por serem capazes de fixar nitrogênio no solo e por terem a decomposição mais rápida de sua palhada (Santos et al., 2011). Algumas plantas com bom potencial de uso no sistema de plantio direto são crotalária, guandú, feijão de porco, tremoço e ervilhaça.

O ideal para a boa condução do sistema de plantio direto é a utilização de plantas de cobertura que se decomponham lentamente, mantendo a palhada sobre o solo até o desenvolvimento da cultura sucessora e que sejam capazes de ciclar os nutrientes na camada agriculturável, devolvendo-os ao solo através da decomposição. A relação C/N ideal deve ser de 30/1 para que não ocorra uma degradação rápida da palhada nem perda do nitrogênio através do processo de compostagem (Favarato et al., 2016; Silva; Sá; Abrantes, 2017).

2.4.1 *Urochloa brizantha* cv. Marandu

Originárias da África, as espécies do gênero *Urochloa* estão presentes em todo cenário nacional e têm grande potencial de utilização como plantas de cobertura (Nascente, Li; Crusciol, 2013).

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu, também conhecida como capim-marandu ou braquiária, se destaca pelo fato de ser uma planta que pode alcançar produtividade de 10 a 17 $\text{tha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de matéria seca, o que beneficia a retenção de água no solo e ciclagem de nutrientes (Rocha Júnior et al., 2017), além de reduzir problemas com doenças (Freire et al., 2016). Outras vantagens dessa espécie são a resistência à cigarrinha das pastagens; alta produção de matéria seca; tolerância ao fogo, ao frio e à seca; e boa capacidade de rebrota. Forma touceiras bem definidas, variando entre 1,5 e 2,5 m de altura, possui boa digestibilidade e bom teor proteico, quando comparada com outras gramíneas (Nunes et al., 1984).

Essa cultivar se adapta bem a diferentes climas e solos de baixa fertilidade, tem facilidade no estabelecimento, apresenta bom crescimento durante grande parte do ano, e possui capacidade de reestruturar o solo por meio de seu sistema radicular (Garcia et al., 2008; Santos et al., 2016; Tantachasatid et al., 2017).

Atualmente, o capim-marandu, lançado pela Embrapa, é uma das forrageiras mais semeadas no Brasil, formando cerca de 70 milhões de hectares de pastagens. Este também é cultivado em sistema de plantio direto, em cultivo exclusivo ou em consórcio com outras culturas, como, por exemplo, o milho - após colheita deste cereal, o capim é utilizado na alimentação animal (Lima Filho et al., 2014; Freire et al., 2016; Gobbi et al., 2018).

2.4.2 *Crotalaria* sp.

As espécies do gênero *Crotalaria*, pertencentes à família Fabaceae, são muito utilizadas como adubo verde graças a sua capacidade de realizar associações simbióticas com bactérias, que são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, podendo chegar a mais de 450 kg de N ha^{-1} , e produzir acima de 17 t ha^{-1} de matéria seca (Lima Filho et al., 2014; Beukes et al., 2016).

As crotalárias são plantas anuais, de porte ereto, arbustiva e com sementes pequenas; se adaptam bem a solos de textura arenosa e baixa fertilidade. Podem aumentar o rendimento das culturas em sucessão em até 100%, consequência da capacidade de fixar nitrogênio e a rápida ciclagem de nutrientes por essas plantas (Lima Filho et al., 2014). São utilizadas em

cultivo intercalado com culturas perenes, cultivo solteiro ou em consórcio com outras espécies (Algeri et al., 2018).

A mineralização do N, proveniente das Fabáceas, ocorre em período de tempo mais curto, contribuindo assim para o melhor desenvolvimento e maior produtividade da cultura (Santos et al., 2006, 2011; Subaedah; Aladin; Nirwana, 2016). A desvantagem do uso de Fabáceas está na velocidade de decomposição, que costuma ser inferior à das Poáceas; esta decomposição mais rápida deixa o solo exposto por mais tempo (Algeri et al., 2018).

2.4.2.1 *Crotalaria spectabilis*

A *Crotalaria spectabilis* é uma leguminosa anual, de caule ereto e muito ramificado chegando a alcançar 1,5 m de altura. É uma planta de clima tropical e subtropical, deve ser semeada no período chuvoso por não ser resistente à seca, e apresentar sensibilidade ao fotoperíodo (Carvalho; Amabile, 2006).

Essa espécie pode ser cultivada solteira ou em consórcio com milho, mandioca ou culturas perenes, e possui hábito de crescimento determinado, com o porte arbustivo (Gitti et al., 2012; Lima Filho et al., 2014) e tem ação antagônica sobre nematoides no solo, que a torna uma ótima opção para áreas contaminadas (Silveira; Rava, 2004; Wang et al., 2004; Anene; Declerck, 2016).

O início de sua floração ocorre entre 63 e 93 dias após o plantio (DAP) e sua maturação ocorre entre 141 e 196 DAP. A produção de matéria seca da *C. spectabilis* pode alcançar 16,6 t ha⁻¹ quando semeada no início do período chuvoso, sendo capaz de fixar de 60 a 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A taxa de semeadura ideal para cultivo solteiro está em torno de 6 a 8 kg ha⁻¹. Quando a espécie for semeada na área pela primeira vez recomenda-se a inoculação com rizóbio (Carvalho; Amabile, 2006; Lima Filho et al., 2014).

2.4.2.2 *Crotalaria juncea*

A *Crotalaria juncea* é uma espécie que possui um crescimento rápido e vigoroso, gerando uma grande quantidade de biomassa em curto período de tempo, protegendo o solo contra erosão, controlando plantas daninhas, e fornecendo quantidades significativas de nitrogênio (Dantas et al., 2015). Muito utilizada na implantação e reforma de canaviais, e em

situações que necessite uma alta produção de biomassa em um curto período de tempo (Ambrosano et al., 2015).

A característica morfológica dessa leguminosa anual é caule ereto e ramificado na parte superior, podendo alcançar até 3 m de altura (Subramaniam; Pandey, 2013). Foi introduzida no Brasil inicialmente para produção de fibras, mas se difundiu como condicionadora de solo, muito utilizada como adubo verde (Azzini; Salgado; Teixeira, 1981; Silva et al., 2017).

O início da floração ocorre entre 60 e 90 DAP, e sua maturação ocorre entre 120 e 140 DAP. Essa espécie apresenta elevado potencial na produção de fitomassa, chegando a acumular 17 t ha⁻¹ de matéria seca quando semeada em período chuvoso, sendo capaz de fixar de 150 a 165 kg ha⁻¹. A taxa de semeadura da *C. juncea* varia de 8 a 12 kg ha⁻¹.

A *C. juncea*, assim como a *C. spectabilis*, são plantas que podem ser usadas em áreas com nematoides no solo, já que dificultam a proliferação deles, auxiliando no controle (Silveira; Rava, 2004; Wang et al., 2004; Lima Filho et al., 2014; Anene; Declerck, 2016).

2.5 Milho no sistema de consórcio

O milho é uma das culturas mais cultivadas no mundo, sendo utilizada como fonte de alimento para humanos e animais, e como matéria-prima para a indústria. A cultura do milho no Brasil ocupa lugar de destaque na economia, por causa do valor da produção, da área utilizada para seu cultivo, e do volume produzido (Jakelaitis et al., 2004). Por estas características de importância econômica, nos últimos tempos têm acontecido mudanças significativas nos sistemas de produção, sendo uma cultura de destaque nos sistemas de plantio direto (SPD) e integração lavoura-pecuária (ILP) (Santos et al., 2014; Abreu; Silva; Nascimento, 2017; Campos et al., 2017).

O consórcio entre cultura e plantas de cobertura tem sido indicado na recuperação e/ou formação de pastagens, por causa das vantagens que oferece como boa produção de forragem no sistema integrado lavoura-pecuária, melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo, controle de plantas daninhas, boa formação de cobertura vegetal e possíveis aumentos na produtividade das culturas subsequentes (Santos et al., 2017). Dado que o investimento com a recuperação de pastagens é alto, essa alternativa de consórcio reduz os custos quando realizada uma só operação de semeio, favorecendo a pastagem (Jakelaitis et al., 2004).

Poáceas e Fabáceas vêm sendo utilizadas no consórcio com o milho, e essa combinação favorece mais ainda as habilidades de ciclagem de nutrientes, a fixação de N e

protege o solo (Ziech et al., 2015). Plantas de cobertura como a *Urochloa brizantha* e *Crotalaria* sp. vêm sendo estudadas no consórcio com milho pois fornecem boa quantidade de matéria seca e apresentam liberação de nutrientes em sincronia com a demanda da cultura do milho (Dalla Chieza et al., 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

Os experimentos foram conduzidos em casas de vegetação, na Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas-MG, e na Universidade Federal de Lavras. O clima de Sete Lagoas é tropical chuvoso (AW), e Lavras apresenta o clima subtropical úmido (Cwa), segundo a classificação climática de Köppen.

O solo utilizado em Sete Lagoas foi do tipo Latossolo Vermelho Distrófico (LDv) com textura argilosa, e para o experimento de Lavras o solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdt) (TABELA 1) (Santos et al., 2006).

Tabela 1 - Resultado da análise química e física da amostra de solo antes da implantação do experimento, Sete Lagoas-MG e Lavras-MG, 2017.

Característica	Unidades	Sete Lagoas	Lavras
pH H ₂ O		5,6	6,85
Fósforo Mehlich	mg dm ⁻³	38,7	12,5
K ⁺	mg dm ⁻³	56,0	110,8
Ca ²⁺	cmolc dm ⁻³	5,2	1,1
Mg ²⁺	cmolc dm ⁻³	0,7	0,4
Al ³⁺	cmolc dm ⁻³	0,07	0,1
H+Al cmolc/dm ³	cmolc dm ⁻³	9,2	2,7
SB	cmolc dm ⁻³	5,9	1,8
CTC (T)	cmolc dm ⁻³	15,2	4,5
CTC (t)	cmolc dm ⁻³	6,1	1,9
m	%	1,1	-
V%	%	39,3	39,6
Classe Textural - Argilosa			
Argila	dag.kg ⁻¹	61	37
Silte	dag.kg ⁻¹	17	13
Areia grossa	dag.kg ⁻¹	22	50

Sete Lagoas-MG - Análise realizada pela Embrapa Milho e Sorgo. Lavras-MG - Análise realizada pelo laboratório de Análises Agropecuárias-Ltda., 3rlab. SB= soma de bases, T= Capacidade de troca de cátions a pH 7, t= Capacidade efetiva de troca de cátions, m= Saturação por alumínio, V= Saturação por bases.

3.2 Material vegetal

Os materiais vegetais utilizados no experimento de Sete Lagoas-MG foram milho híbrido KWS 9110 PRO, *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria juncea*; e em Lavras-

MG foram milho híbrido da Biomatrix BM3063 PRO2, *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria spectabilis*, todos diretamente semeados em vasos, na mesma época.

3.3 Unidade experimental

A unidade ou parcela experimental foi composta de um vaso com a capacidade de 20 litros, preenchido com solo local, devidamente corrigido e adubado de acordo com a análise química do solo.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

3.4.1 Experimento 1

O experimento 1 foi conduzido em Sete Lagoas e em Lavras e visava a avaliação da competição entre *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria* sp. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 6 tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos foram constituídos de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária) solteiras e/ou consorciadas em diferentes proporções. As proporções avaliadas foram 100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 e 00:100, de braquiária e crotalária, respectivamente (TABELA 2), em que cada vaso permanecia sempre com dez plantas totais.

Tabela 2 - Tratamentos com as proporções de semeadura das plantas de cobertura em consórcio.

Tratamento	Braquiária	Crotalária
T1	100%	0%
T2	80%	20%
T3	60%	40%
T4	40%	60%
T5	20%	80%
T6	0%	100%

3.4.2 Experimento 2

O experimento 2 foi conduzido em Sete Lagoas e em Lavras visando a avaliação da interação entre diferentes proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria* sp. em competição com o milho; o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 6 tratamentos e quatro repetições, com uma testemunha adicional.

Os tratamentos foram constituídos de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária) consorciadas em diferentes proporções, com a presença de milho, e um adicional somente com milho, sem plantas de cobertura. As proporções avaliadas foram 100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 e 00:100, de braquiária e crotalária, respectivamente, consorciadas com milho, em que cada vaso continha um total de dez plantas de cobertura uma planta de milho.

Tabela 3 - Tratamentos com as proporções de semeadura das plantas de cobertura em consórcio com o milho e solteiras.

Tratamento	Planta de cobertura		Cultura
	Braquiária	Crotalária	
T1	100%	0%	Milho
T2	80%	20%	Milho
T3	60%	40%	Milho
T4	40%	60%	Milho
T5	20%	80%	Milho
T6	0%	100%	Milho
T7	0%	0%	Milho

3.5 Instalação e condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados em casa de vegetação, em vasos de 20 litros preenchidos com solo proveniente da camada superficial, que foi adubado de acordo com análise dos solos (TABELA 1). Os genótipos semeados foram, BM 3063 PRO (milho), *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria* sp.

Os dois experimentos foram instalados em Sete Lagoas-MG e Lavras-MG. Sendo a primeira etapa dos experimentos realizada na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, instalado no dia 09/12/2017. Na segunda etapa, foi instalado experimento na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, no dia 20/02/2018.

Para garantir a quantidade de plantas necessárias em cada unidade experimental, foi semeado um número maior de sementes das espécies, e após germinação houve desbaste, deixando somente o número de plantas correspondentes às proporções dos tratamentos descritos nas Tabelas 2 e 3.

Os tratamentos nos dois experimentos foram aleatorizados e separados em 4 blocos; os croquis mostrando a distribuição dos tratamentos são apresentados nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Croqui da distribuição dos vasos no experimento 1, competição de plantas de cobertura cultivadas em diferentes proporções.

100/0	0/100	60/40	0/100	20/80	60/40
80/20	20/80	40/60	80/20	40/60	100/0
40/60	20/80	100/0	40/60	20/80	60/40
80/20	0/100	60/40	100/0	0/100	80/20

Figura 4 - Croqui da distribuição dos vasos no experimento 2, interação entre diferentes plantas de cobertura em competição com o milho.

0/100	80/20	60/40		0/100	40/60	0	
0	40/60	100/0	20/80	80/20	60/40	100/0	20/80
80/20	100/0	20/80		80/20	40/60	20/80	
40/60	0/100	0	60/40	0	100/0	0/100	60/40

3.6 Características avaliadas

3.6.1 Milho

- a) **Altura de planta:** As avaliações de altura de planta no experimento instalado em Lavras foram realizadas aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 dias após o plantio (DAP), e no experimento de Sete Lagoas foram realizadas aos 16, 30, 44, 58, 72 e 86 DAP.

A altura das plantas foi medida com o auxílio de uma régua, partindo-se da base do colmo até a inserção da última folha completamente expandida.

- b) **Massa seca:** A massa seca do milho foi determinada aos 89 DAP no experimento de Lavras e aos 86 DAP no experimento de Sete Lagoas.

O milho foi dividido em folhas e colmos, as partes colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem o peso constante, e foram pesadas, para obtenção de massa seca.

- c) **Área foliar:** Aos 86 DAP, todas as folhas do experimento de Sete Lagoas foram separadas, e a área foliar foi determinada por meio de um medidor de esteira modelo LI-3100, da marca LI-COR.
- d) **Diâmetro do colmo:** Aos 89 DAP em Lavras e aos 86 DAP em Sete Lagoas, foram medidos os diâmetros do milho, com o auxílio de um paquímetro, medido entre o primeiro e o segundo nó.

3.6.2 Plantas de cobertura

- a) **Altura de planta:** A altura da parte aérea das plantas de cobertura, no experimento em Lavras foi medida aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 DAP; enquanto, no experimento de Sete Lagoas, as avaliações foram realizadas aos 16, 30, 44, 58, 72 e 86 DAP. As medidas foram obtidas partindo da base das plantas de braquiária até o ápice da maior folha, e das crotalárias, a partir da base do colmo até o seu ápice.
- b) **Número de afilhos:** A contagem do número de afilhos das plantas de braquiária foi realizada aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 dias após o plantio (DAP), em Lavras; e aos 16, 30, 44, 58, 72 e 86 DAP em Sete Lagoas.
- c) **Número de folhas:** A contagem das folhas das crotalárias, em cada unidade experimental, foi feita aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 dias após o plantio (DAP), em Lavras; e aos 16, 30, 44, 58, 72 e 86 DAP em Sete Lagoas.
- d) **Massa seca:** A massa seca da braquiária e da crotalária foi obtida aos 89 DAP (Lavras) e aos 86 DAP (Sete Lagoas). As plantas foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem o peso constante, e posteriormente, pesadas.

3.7 Análise estatística

Os dados coletados no experimento foram submetidos a análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, e, se significativos, foram submetidos ao teste de comparação de médias Tukey, a 5% de probabilidade, ou à análise de regressão com auxílio do programa estatístico Systat e SigmaPlot respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1315-1322, 2013.
- AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- AGOSTINETTO, D. et al. Competitividade relativa da soja em convivência com papuã (*Brachiaria plantaginea*). **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 185-190, 2009.
- AITA, C. et al. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I- Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 739-749, 2004.
- ALGERI, A. et al. Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e crotalaria cultivados em cultura pura e consorciados. **Global Science And Technology**, v. 11, n. 2, p. 112-125, 2018.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan./fev. 2001.
- AMADO, T. J. C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 189-197, jan./mar. 2001.
- AMBROSANO, E. J. et al. Produtividade de cana-de-açúcar em ciclos agrícolas consecutivos após pré-cultivo de espécies adubos verdes. **Revista de Agricultura**, v. 89, n. 3, p. 232-251, 2015.
- ANENE, A.; DECLERCK, S. Combination of *Crotalaria spectabilis* with *Rhizophagus irregularis* MUCL41833 decreases the impact of *Radopholus similis* in banana. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 106, p. 11-17, 2016. Supplement.
- AZZINI, A.; SALGADO, A. L. D. B.; TEIXEIRA, J. P. F. Maturation curve of *Crotalaria juncea* L. by stalk basic density. **Bragantia**, Campinas, v. 40, n. 1, p. 1-10, 1981.
- BASTIANI, M. O. et al. Competitividade relativa de cultivares de soja com capim-arroz. **Bragantia**, Campinas, v. 75, p. 435-445, 2016.
- BEUKES, C. W. et al. Crotalariaeae and Genisteae of the South African Great Escarpment are nodulated by novel Bradyrhizobium species with unique and diverse symbiotic loci. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Orlando, v. 100, p. 206-218, 2016.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1380-1387, 2006.

BOER, C. A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

BORGES, W. L. B. et al. Alterações físicas em Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 11, n. 3, p. 149-155, 2016.

CAMPOS, M. C. C. et al. Produtividade e características agronômicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. **Ciência Animal**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 77-84, 2017.

CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.

COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, n. 3, p. 664-673, 1991.

CUNHA, J. L. X. L. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Agro Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 175-183, 2015.

DALLA CHIEZA, E. et al. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 2, p. 189-196, 2017.

DANTAS, R. D. A. et al. Produção de matéria seca e controle de plantas daninhas por leguminosas consorciadas com cana-de-açúcar em cultivo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 8, p. 681-689, 2015.

ERASMO, E. et al. Competição inicial entre *Cyperus esculentus* e arroz irrigado em condições de casa-de-vegetação. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 18, n. 2, p. 301-307, 2000.

ERASMO, E. A. L. et al. Época e densidade de semeadura afetando a produção de Capim Piatã e *Brachiaria ruziziensis* em consórcio com soja. **Agrarian**, v. 10, n. 37, p. 209-215, 2017.

FAVARATO, L. F. et al. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 75, p. 497-506, 2016.

FORTE, C. T. et al. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 12, n. 2, p. 185-193, 2017.

FREIRE, J. R. de S.; SANTOS, I. C. dos; COSTA, F. P. Competências inovativas e a acumulação do conhecimento: um estudo de caso em uma inovação tecnológica da pecuária de corte. **Revista de Carreiras e Pessoas**, v. 6, n. 1, p. 54-68, 2016.

GARCIA, R. A. et al. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 579-585, 2008.

GIACOMINI, S. J. et al. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II-Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 751-762, 2004.

GITTI, D. C. et al. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

GOBBI, K. F. et al. Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região do Arenito Caiuá/PR. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 75, p. 1-9, 2018.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 592 p.

HERNANDEZ, D.; ALVES, P.; SALGADO, T. Efeito da densidade e proporção de plantas de tomate industrial e de maria-pretinha em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 2, p. 229-236, 2002.

HU, F. et al. Integration of wheat-maize intercropping with conservation practices reduces CO₂ emissions and enhances water use in dry areas. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 169, p. 44-53, 2017.

HU, F. et al. Less carbon emissions of wheat–maize intercropping under reduced tillage in arid areas. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 35, n. 2, p. 701-711, 2015.

JAKELAITIS, A. et al. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

LATATI, M. et al. The intercropping common bean with maize improves the rhizobial efficiency, resource use and grain yield under low phosphorus availability. **European Journal of Agronomy**, v. 72, p. 80-90, 2016. Supplement C.

LIMA FILHO, O. F. de et al. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 2 v.

MACHADO, A. B. et al. Rendimento de grãos de feijão e nível de dano econômico sob dois períodos de competição com *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 41-48, jan./mar. 2015.

MARTINS, P.; YAMAUTI, M.; ALVES, P. Interference between signal grass and cinderella weed. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 36, e018151776, 2018.

- MENDONÇA, V. Z. D. et al. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 39, n. 1, p. 183-193, 2015.
- NASCENTE, A. S.; LI, Y. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and no-till effects on physical fractions of soil organic matter. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 130, p. 52-57, 2013.
- NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, p. v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.
- NUNES, S. G. et al. **Brachiaria brizantha cv. marandu**. Campo Grande, MS: Embrapa-CNPQC, 1984. 31 p. (Embrapa-CNPQC. Documentos, 21).
- NUNES, U. R. et al. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.
- OLIVEIRA, P. A. et al. Efeito das competições inter e intraespecífica no sistema radicular e biomassa aérea e subterrânea de duas espécies de Cactaceae. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 162-166, 2015.
- PACHECO, L. P. et al. Produção de fitomassa em sistemas de produção de soja em sucessão a culturas e plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 8, p. 582-591, 2017.
- PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.
- RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for management. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ROCHA JÚNIOR, P. R. D. et al. Soil, water, and nutrient losses from management alternatives for degraded pasture in Brazilian Atlantic Rainforest biome. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 583, p. 53-63, 2017.
- SANTOS, D. D. C. et al. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 233, p. 16-24, 2016.
- SANTOS, F. C. et al. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 38, n. 6, p. 1855-1861, 2014.
- SANTOS, H. G. dos et al. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SANTOS, N. Z. D. et al. Forages, cover crops and related shoot and root additions in no-till rotations to C sequestration in a subtropical Ferralsol. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 111, n. 2, p. 208-218, 2011a.

SANTOS, P. A. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2011b.

SANTOS, P. R. A. et al. Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 7, p. 20-31, 2017.

SILVA, C. T. A. C. et al. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. **Idesia**, Arica, v. 33, n. 1, p. 27-32, 2015.

SILVA, M. et al. Acúmulo de nutrientes e massa seca produzida por *Crotalaria juncea* cultivada no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 26-36, 2017.

SILVA, M. P.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L. Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 12, n. 1, p. 60-67, 2017.

SILVEIRA, P. M. da; RAVA, C. A. **Utilização de crotalária no controle de nematóides da raiz do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 74).

SPITTERS, C. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. II. Marketable yield. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 31, p. 143-155, 1983.

SUBAEDAH, S.; ALADIN, A.; NIRWANA. Fertilization of nitrogen, phosphor and application of green manure of *Crotalaria Juncea* in increasing yield of maize in marginal dry land. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 9, p. 20-25, 2016.

SUBRAMANIAM, S.; PANDEY, A. K. Taxonomy and phylogeny of the genus *Crotalaria* (Fabaceae): an overview. **Acta Biologica Indica**, v. 2, n. 1, p. 253-264, 2013.

TANTACHASATID, P. et al. Soil macrofauna communities under plant cover in a no-till system in Thailand. **Agriculture and Natural Resources**, v. 51, n. 1, p. 1-6, 2017.

WANDSCHEER, A. C. D. et al. Competitividade de capim-pé-de-galinha com soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2125-2131, 2013.

WANDSCHEER, A. C. D. et al. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 129-141, 2014.

WANG, K. H. et al. Nematode community changes associated with decomposition of *Crotalaria juncea* amendment in litterbags. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 31-45, 2004.

WILSON, J. B. Shoot competition and root competition. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 279-296, 1988.

YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. D. C. A.; CARVALHO, L. B. D. Interações competitivas de triticales (*Triticum turgidosecale*) e nabiça (*Raphanus raphanistrum*) em função da população e proporção de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 129-135, 2011.

ZANINE, A. D. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

ZIECH, A. R. D. et al. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hiberna na região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1 - COMPETIÇÃO ENTRE *Urochloa brizantha* CV. Marandu E *Crotalaria* *sp.*, CULTIVADAS EM DIFERENTES PROPORÇÕES

GUSTAVO MALDINI PENNA DE VALADARES E VASCONCELOS¹, ÉLBERIS PEREIRA BOTREL¹ e DECIO KARAM²

¹Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, gustavomaldini@hotmail.com.br; elberis@dag.ufla.br ²Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas-MG, decio.karam@embrapa.br

Artigo preparado de acordo com as normas para submissão da Revista Brasileira de Milho e Sorgo.

Resumo – O uso de plantas de cobertura é uma prática utilizada em diferentes sistemas de manejo de conservação do solo com a finalidade de produzir uma camada de matéria vegetal sobre o solo para evitar o processo de erosão, além de proporcionar melhor infiltração de água no solo, evitar a evaporação, melhorar a ciclagem de nutrientes e aumentar o teor de matéria orgânica no solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em duas localidades, Sete Lagoas-MG (09/12/2017) e Lavras-MG (20/02/2018), tendo como objetivo avaliar a competição entre as espécies *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria sp.* (crotalária), cultivadas em diferentes proporções. Os tratamentos foram constituídos de braquiária/crotalária consorciadas nas seguintes proporções (100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 e 0/100) totalizando 6 tratamentos com 4 repetições cada. Avaliaram-se a altura das plantas, a massa seca e o número de folhas da crotalária e número de afilhos da braquiária. As análises dos experimentos indicam que a braquiária é uma melhor competidora quando comparada com a crotalária, obtendo melhores produtividades nas duas localidades, possuindo maior agressividade em relação à crotalária.

Palavras-chave: Braquiária, plantas de cobertura, consórcio, substitutivo.

COMPETITION BETWEEN *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Crotalaria sp.*, CULTIVATED IN DIFFERENT PROPORTIONS

Abstract – The use of cover crops is a practice used in different soil management systems with the purpose of producing a layer of vegetal matter over the soil to avoid erosion process, besides providing better water infiltration in the soil, avoiding evaporation, improving nutrient cycling and increasing soil organic matter content. The experiment was conducted in a greenhouse at two locations, Sete Lagoas-MG and Lavras-MG, aiming to evaluate the competition between two species, *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Crotalaria sp.*, cultivated in different proportions. The treatments consisted of *U. brizantha/Crotalaria sp.* intercropped in the following proportions (100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 and 0/100) totalizing 6 treatments with 4 replicates each. The height of the plants, the dry mass and number of leaves of the *Crotalaria* and number of *U. brizantha* tiller were evaluated. The analysis of the experiments indicates that the *U. brizantha* is a better competitor when intercropped with the *Crotalaria*, obtaining better yields in both locations, possessing greater aggressiveness compared to *Crotalaria*.

Keywords: Brachiaria, cover crops, consortium, replacement.

Introdução

A consorciação de Fabáceas com Poáceas, em comparação aos cultivos solteiros, proporciona uma formação de cobertura vegetal mais próxima do ideal. Tanto em relação à quantidade de cobertura produzida, quanto à qualidade dos resíduos, que consequentemente traz benefícios à cultura seguinte (Ziech et al., 2015).

Dentro da família das Poáceas, as espécies que podem ser destacadas como plantas de cobertura são *Urochloa* sp., *Pennisetum* sp., *Sorghum* sp. e a *Avena* sp., por produzirem uma grande quantidade de palhada e apresentar uma boa durabilidade no solo (Silva et al., 2015). Originárias da África, as braquiárias, recentemente reclassificadas como *Urochloa*, estão presentes em todo cenário nacional (Nascente; Li; Crusciol, 2013), se destacando por alcançar produtividades acima de 10 t ha⁻¹ de matéria seca, o que favorece a retenção de água no solo (Rocha Júnior et al., 2017), além de apresentar poucos problemas em relação a doenças.

A causa da redução da produtividade das culturas pode ocorrer por fatores edáficos e climáticos, no entanto, a competição é conhecida como uma forma de interferência direta entre as plantas, que competem por nutrientes, água, luminosidade e espaço físico (Pitelli, 1987; Amaral et al., 2015).

As Fabáceas destacam-se por serem capazes de fixar nitrogênio no solo, e pela característica de decomposição mais rápida da palhada (Santos et al., 2011). Algumas Fabáceas que possuem um bom potencial de uso como adubo verde são *Crotalaria* sp., *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Lupinus albus* e *Vicia sativa*. As espécies do gênero *Crotalaria* são muito utilizadas por sua capacidade de realizar associações simbióticas com bactérias, que são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, podendo chegar a mais de 150 kg de N ha⁻¹, e produzir acima de 6 t ha⁻¹ de matéria seca (Beukes et al., 2016).

A competição ocorre quando duas ou mais plantas utilizam os recursos disponíveis no ambiente para seu desenvolvimento, afetando o desenvolvimento da(s) outra(s) (Agostinetto et al., 2013). A competição interespecífica ocorre quando plantas de espécies diferentes competem por nutrientes, água, luz e espaço; e a competição intraespecífica ocorre quando plantas da mesma espécie competem pelos recursos disponíveis no ambiente (Agostinetto et al., 2008).

Para analisar a competição entre plantas é necessário padronizar ao máximo as condições de cultivo, para evitar qualquer tipo de interferência nos tratamentos. Desta forma, o experimento deve ser conduzido em condições controladas, evitando qualquer interação

externa, garantindo resultados reais da competição entre as espécies estudadas (Wandscheer et al., 2014).

Os experimentos substitutivos são utilizados para auxiliar no entendimento do processo competitivo entre as plantas, principalmente quando se deseja analisar o efeito de densidade e de proporção entre elas. Estes experimentos são conduzidos de tal forma que exista o controle tanto da proporção quanto da densidade das plantas em estudo, mantendo a densidade constante e realizando variações nas proporções (Harper, 1977).

Dessa forma, este experimento teve por objetivo avaliar a competição entre *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria sp.*, cultivadas em diferentes proporções.

Material e métodos

O presente trabalho foi composto de dois ensaios, um instalado na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG, e outro instalado na Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG, ambos em casa de vegetação.

Os vasos com capacidade de 20 litros, em Sete Lagoas-MG, foram preenchidos com solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico (LDv) com textura argilosa, e em Lavras-MG, com solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico típico (LVdt) (Santos et al., 2006), devidamente corrigidos e adubados de acordo com a análise química do solo.

Os materiais vegetais utilizados no experimento instalado em Lavras-MG foram *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria spectabilis* (crotalária), no experimento conduzido em Sete Lagoas-MG, foram utilizados *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria juncea*. As sementes foram semeadas na mesma época, diretamente nos vasos, em maiores quantidades para garantir o número exato de plantas por vaso, após o desbaste, deixando as devidas proporções.

O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com 6 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria sp.* consorciadas em diferentes proporções (Tabela 1).

Para análise de altura e massa seca da crotalária e da braquiária, foi utilizado o método da análise gráfica para experimentos substitutivos, que é baseado na elaboração de gráficos com base na produtividade relativa (PR) e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 10/0, 8/2, 6/4, 4/6, 2/8 e 0/10 plantas de braquiária/crotalária por vaso (Wandscheer et al.,

2013). A PR é representada pela produtividade relativa da braquiária e da crotalária, e a PRT é o resultado da soma das produtividades relativas de ambas as espécies.

As avaliações de altura das plantas de cobertura, número de folhas de crotalária e número de afilhos de braquiária no experimento de Sete Lagoas foram realizadas aos 16, 30, 44, 58, 72 e 86 dias após o plantio (DAP), e no experimento de Lavras aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 DAP.

Na avaliação da altura das plantas foram medidas todas as plantas da unidade experimental, partindo-se do colmo até o seu ápice. O número de afilhos da braquiária e o número de folhas da crotalária foram contados em cada parcela.

A massa seca da braquiária e da crotalária foi obtida aos 86 e 89 DAP no experimento de Sete Lagoas e Lavras, respectivamente. As plantas (braquiária e crotalária) foram secas separadamente em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem o peso constante, e foram pesadas.

A competitividade equivalente foi utilizada para comparar as duas espécies pela sua capacidade competitiva, sendo que os resultados da média da diferença em relação à competitividade equivalente (CE) quando maiores que zero indica ganho de produtividade relativa esperada.

A competitividade relativa (CR) foi calculada a partir da comparação das produtividades relativas de massa seca das plantas de cobertura através da estimativa da proporção de 50% de braquiária e 50% de crotalária. Considera-se que um genótipo X é mais competitivo que um Y quando $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $A > 0$.

Tabela 1. Tratamentos com as proporções e número de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria sp* (crotalária) por vaso.

Tratamento	Número de plantas/vaso		Relação braquiária/crotalária (%)
	braquiária	crotalária	
1	10	0	100/0
2	8	2	80/20
3	6	4	60/40
4	4	6	40/60
5	2	8	20/80
6	0	10	0/100

Os dados de altura, número de folhas e número de afilhos coletados nos experimentos foram submetidos a análise de variância com teste F a 5% de probabilidade, e, se

significativos, submetidos ao teste de regressão. Os dados de massa seca se significativos pelo teste F, a 5% de probabilidade, foram submetidos ao teste de médias, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Quando a PR resulta em linha reta considera-se não ter efeito de uma espécie sobre a outra, não há competição, a habilidade da espécie em interferir sobre a outra é equivalente. A PR quando resulta em linha côncava indica que existe a ocorrência de prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as espécies, e PR resultando em linha convexa significa que existe benefício no crescimento de uma ou ambas as espécies (Agostinetto et al., 2009).

A PRT sendo igual a 1 significa que houve competição pelos mesmos recursos, sendo superior a 1 indica que não houve competição entre as espécies, e se a PRT for inferior a 1 significa que houve competição, havendo prejuízo mútuo ao crescimento de ambas as espécies (Cousens, 1991; Agostinetto et al., 2009).

Os valores de matéria seca obtidos no consórcio das duas espécies desviaram da linha de produção relativa (PR) esperada, que pode ser visualizada no gráfico da Figura 1 (linhas pontilhadas). A braquiária produziu massa seca acima do esperado, enquanto a crotalária produziu abaixo (Figura 1). Trabalhos de competição entre dicotiledôneas e gramíneas mostram que em geral as gramíneas causam maiores prejuízos comparando-se com as espécies dicotiledôneas (Agostinetto et al., 2009; Yamauti, Alves, Carvalho, 2011). Dessa forma, podemos afirmar que a braquiária foi mais eficiente que a crotalária para capturar os recursos do meio, como espécie competidora, a braquiária foi superior à crotalária.

A produção relativa média da massa seca da *Urochloa brizantha* cv. Marandu e da *Crotalaria* sp. em ambas as localidades teve comportamento similar. A braquiária produziu acima do esperado enquanto a crotalária teve a produtividade inferior. Dessa forma, observa-se que para a variável massa seca a braquiária foi mais eficiente que a crotalária nos dois locais, indicando que esta foi uma melhor competidora quando comparado com a crotalária.

Alguns experimentos substitutivos mostram que duas espécies diferentes têm demandas semelhantes pelos recursos disponíveis no ambiente, diferindo em suas respostas (Galon et al., 2015, 2017). A espécie mais competitiva contribui para a produção relativa total (PRT) mais do que o esperado, enquanto a outra contribui menos (Cousens, 1991; Rubin et al., 2014). Dessa forma, uma curva sempre será côncava, mostrando que a espécie produziu menos que o esperado, enquanto a outra será convexa, indicando que essa espécie produziu

mais do que o esperado em competição, ou seja é mais eficiente na captura de recursos (Cousens, 1991).

Essa maior produção da massa da braquiária elevou a produção relativa total (PRT), com a braquiária se beneficiando do crescimento em convivência com a crotalaria. A braquiária por ser uma planta C4, com maior eficiência fotossintética, e com melhor capacidade adaptativa aos diferentes solos e ambientes, foi mais competitiva que a crotalaria na produção de matéria seca (Aroeira et al., 2005; Gurevitch, Scheiner, Fox, 2009).

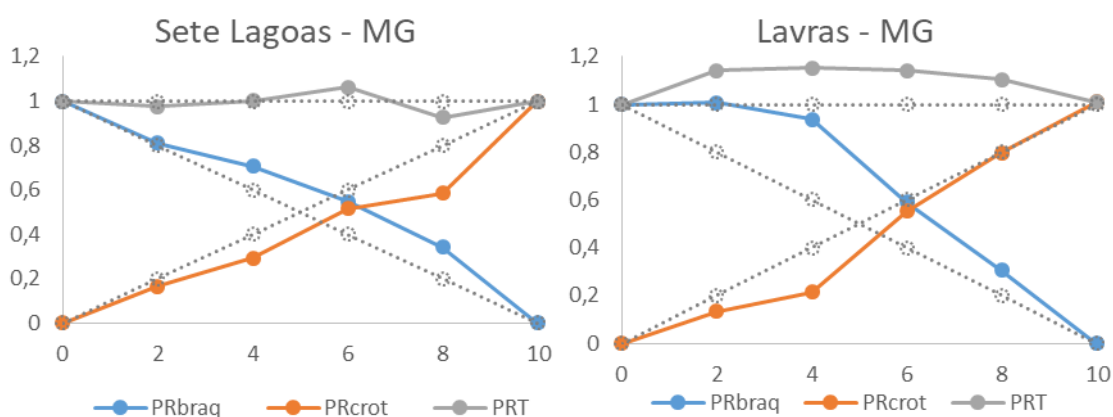


Figura 1. Diagrama da produção relativa média da massa seca da *Urochloa brizantha* cv. Marandu (PRbraq) e da *Crotalaria* sp. (PRcrot) em função da variação da proporção entre as duas espécies e produção relativa total (PRT) em Sete Lagoas-MG e em Lavras-MG.

Os valores de produtividade relativa (PR) da altura de plantas de braquiária desviaram-se da linha de produtividade relativa esperada, notando-se uma linha convexa no experimento de Sete Lagoas e uma linha côncava no experimento de Lavras (figura 2) para a crotalaria os resultados não diferiram, pois a linha que representa a variável de produção relativa referente à altura de planta coincide com a linha de produção relativa esperada, tanto para Lavras como para Sete Lagoas (figura 2). Dessa forma observa-se que para a variável altura a braquiária foi menos eficiente em relação a crotalaria no experimento de Sete Lagoas e mais eficiente no experimento de Lavras. No caso da braquiária, o desenvolvimento dos afilhos durante o crescimento da planta causa uma redução na taxa de formação de folhas, além de aumentar o tempo de duração do crescimento da lamina foliar e seu tamanho (Duru; Ducrocq, 2000; Sbrissia et al., 2009).

A crotalária não sofreu interferência da braquiária em relação à variável altura nas diversas proporções estudadas, assim como observado em um experimento de competição, conduzido por Silva, Hirata e Monquero (2009), em que não ocorreu variação da altura da crotalária solteira e consorciada com milho. A redução da produtividade relativa da altura da braquiária em Sete Lagoas interferiu diretamente na redução da PRT, já que a crotalária se manteve na linha de produção relativa esperada. Já em Lavras o aumento da PR da braquiária ocasionou o aumento da PRT.

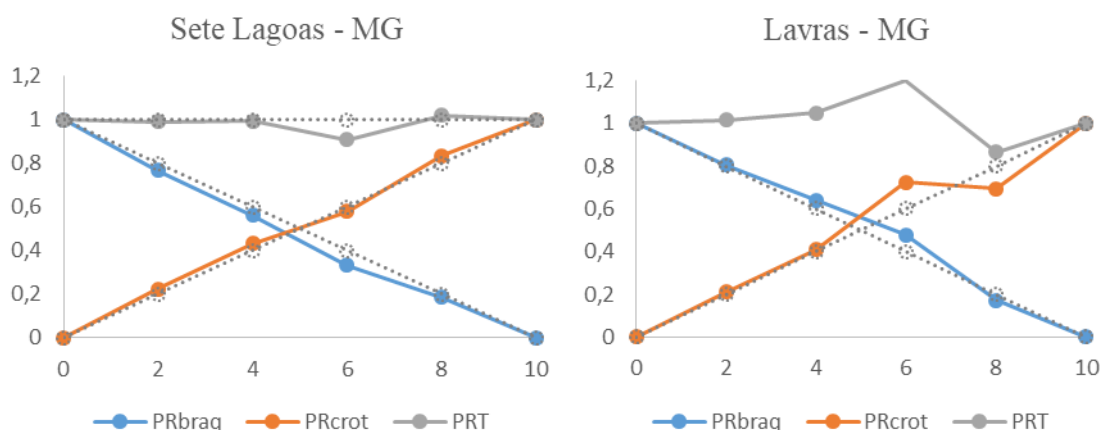


Figura 2. Diagrama da produção relativa média da altura da *Urochloa brizantha* cv. Marandu (PRbraq) e da *Crotalaria* sp. (PRcrot) em função da variação da proporção entre as duas espécies e produção relativa total (PRT) em Sete Lagoas-MG e em Lavras-MG.

As avaliações da altura das plantas foram realizadas nas seguintes épocas em Sete Lagoas, 16, 30, 44, 58, 72 e 86 dias após o plantio (DAP). Em Lavras a altura de plantas foi mensurada aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 DAP. No experimento conduzido em Sete Lagoas e em Lavras não houve diferenças significativas na altura entre as diferentes proporções de braquiária e crotalária em relação a época de avaliação, os resultados para Sete Lagoas são apresentados nas Figuras 3 e 4 e para Lavras nas Figuras 5 e 6. Desse modo, o crescimento de ambas as espécies seguiu a mesma curva de crescimento nos dois experimentos, apresentando um crescimento sigmoidal sendo que o maior aumento da braquiária e da crotalária em Sete Lagoas ocorreu entre 44 e 58 DAP (Tabela 2.), e em Lavras o maior aumento da braquiária ocorreu entre 47 e 61 DAP e da crotalária entre 47, 61 e 75 DAP (Tabela 3.).

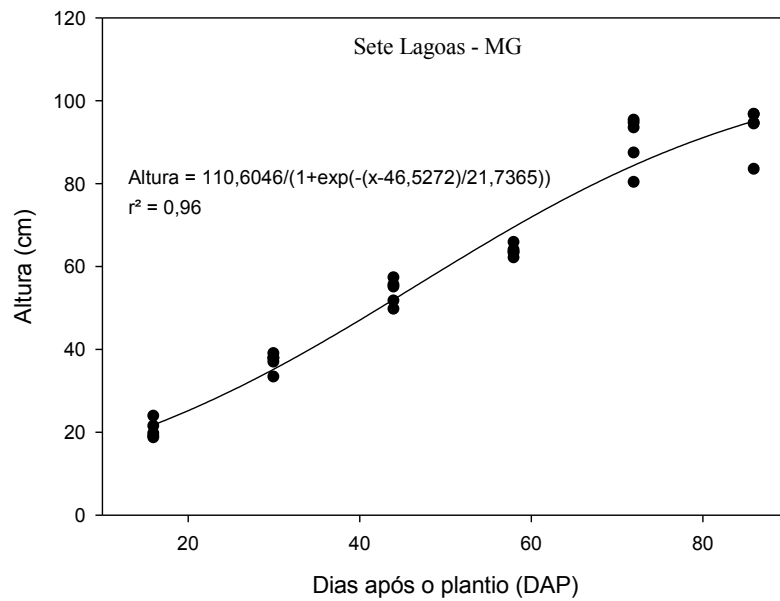


Figura 3. Altura da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da época de avaliação em competição com *Crotalaria juncea*. Sete Lagoas-MG

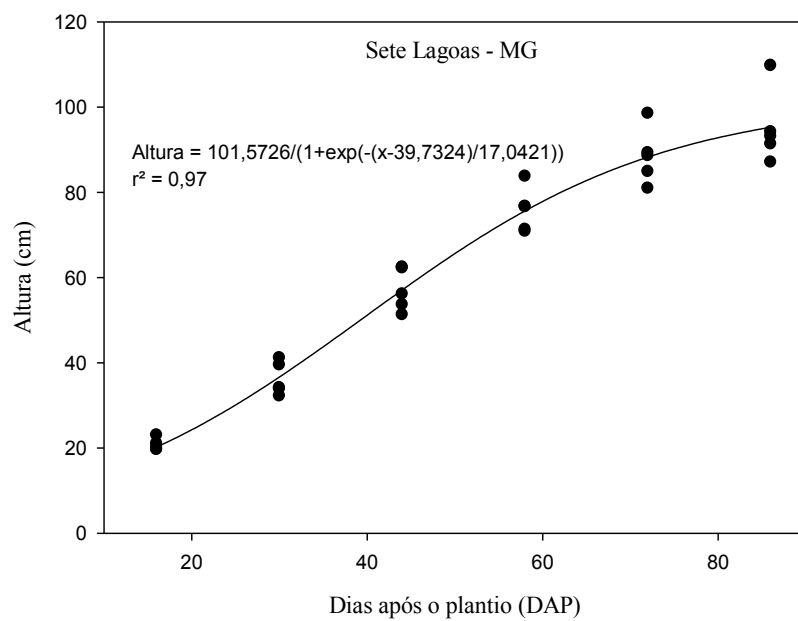


Figura 4. Altura da *Crotalaria juncea* em função da época de avaliação em competição com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Sete Lagoas-MG

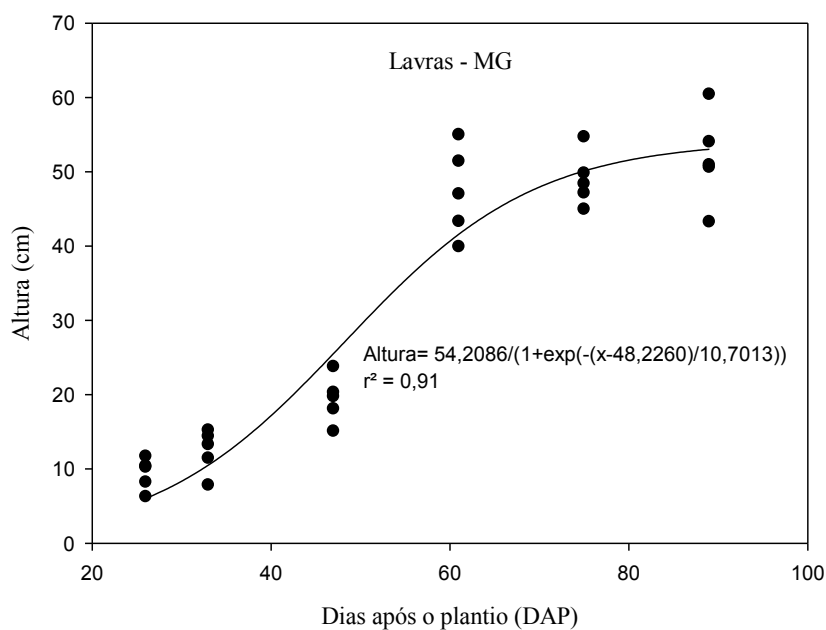


Figura 5. Altura da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da época de avaliação em competição com *Crotalaria spectabilis*. Lavras -MG

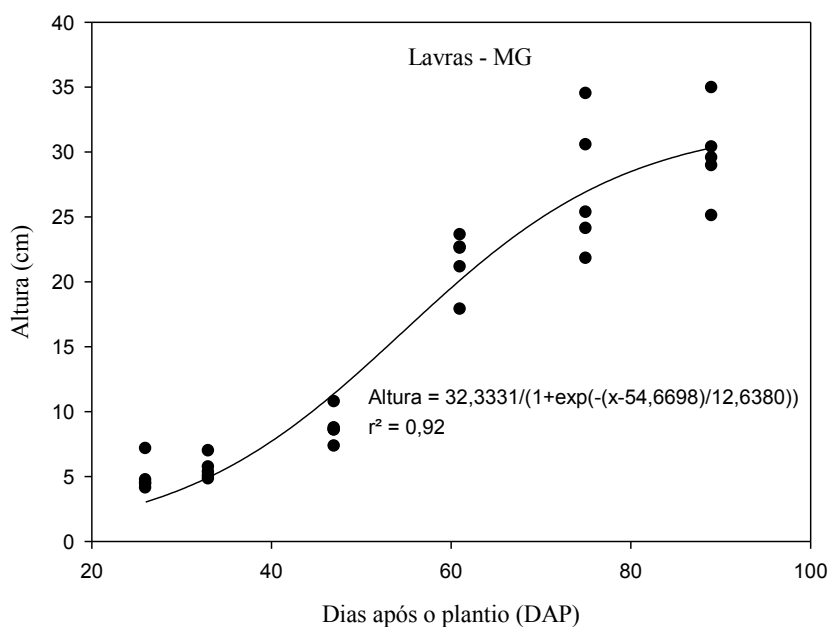


Figura 6. Altura da *Crotalaria spectabilis* em função da época de avaliação em competição com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Lavras-MG

Tabela 2. Altura da *Crotalaria juncea* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da época de avaliação. Sete Lagoas-MG (cm).

Sete Lagoas (dezembro)	Dias após o plantio (DAP)					
	16	30	44	58	72	86
Braquiária	21,8	35,24	52,09	69,57	84,45	95,13
Crotalária	20,21	36,67	57,11	75,67	88,28	95,26

Tabela 3. Altura da *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da época de avaliação. Lavras-MG (cm).

Lavras (abril)	Dias após o plantio (DAP)					
	26	33	47	61	75	89
Braquiária	6,04	10,53	25,55	41,60	50,10	53,03
Crotalária	3,03	4,93	11,41	20,13	26,94	30,33

Competitividade equivalente

Em Sete Lagoas, a produção de massa seca da braquiária apresentou nas proporções 80, 40 e 20% valores da média da diferença em relação a CE positivos, resultado similar foi obtido em Lavras, onde todos os valores foram positivos, mostrando maior viabilidade da braquiária (Tabelas 4 e 5).

Os valores da diferença em relação a CE da crotalária em Sete Lagoas e em Lavras foram negativos, indicando a inferioridade da crotalária quando em competição com a braquiária (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Dados estatísticos da diferença entre a produção relativa de massa seca da parte aérea e o valor da competitividade equivalente (CE) em cada proporção das espécies de braquiária e crotalária cultivadas em consórcio. Sete Lagoas-MG

Dados	Proporção de planta (%)			
	80	60	40	20
BRAQUIARIA				
Média da produção relativa	0,836	0,596	0,547	0,366
Média da diferença em relação a CE	0,032	-0,080	0,152	0,166
Desvio padrão da diferença em relação a CE	0,131	0,196	0,080	0,019
CV%	3,671	-48,156	0,546	0,113
Teste w (Shapiro – Wilks) ¹	0,999	0,887	0,997	1,000
(Pr<W)	0,957	0,347	0,904	0,994
Teste t ²	0,472	-0,036	3,172	15,261
(Pr> T)	0,684	0,975	0,087	0,004
CROTALARIA				
Média da produção relativa	0,585	0,417	0,375	0,167
Média da diferença em relação a CE	-0,215	-0,183	-0,025	-0,033
Desvio padrão da diferença em relação a CE	0,102	0,083	0,144	0,155
CV%	-0,473	-0,452	-5,784	-4,665
Teste w (Shapiro – Wilks) ¹	0,852	0,990	0,793	0,784
(Pr<W)	0,245	0,813	0,099	0,077
Teste t ²	-3,659	-3,833	-0,299	-0,371
(Pr> T)	0,067	0,062	0,793	0,746

1- A distribuição dos dados da média da diferença em relação a CE foi normal quando (Pr<W)>0,05.

2- Teste para verificar se as médias das diferenças em relação a CE são iguais a zero. Aceitou-se H₀ quando (Pr>|T|>0,05).

O valor de CE nas proporções de 80, 60, 40 e 20% foi de, respectivamente, 0,8, 0,6, 0,4 e 0,2.

Tabela 5. Dados estatísticos da diferença entre a produção relativa de massa seca da parte aérea e o valor da competitividade equivalente (CE) em cada proporção das espécies de braquiária e crotalária cultivadas em consórcio. Lavras-MG

Dados	Proporção de planta (%)			
	80	60	40	20
BRAQUIARIA				
Média da produção relativa	1,073	1,182	0,585	0,374
Média da diferença em relação a CE	0,273	0,582	0,185	0,174
Desvio padrão da diferença em relação a CE	0,145	0,296	0,090	0,072
CV%	0,532	0,508	0,485	0,414
Teste w (Shapiro – Wilks) ¹	0,955	0,885	0,797	0,921
(Pr<W)	0,593	0,339	0,108	0,456
Teste t ²	3,256	3,408	3,569	4,186
(Pr> T)	0,083	0,076	0,070	0,053
CROTALARIA				
Média da produção relativa	0,707	0,548	0,212	0,243
Média da diferença em relação a CE	-0,093	-0,052	-0,188	0,043
Desvio padrão da diferença em relação a CE	0,269	0,154	0,137	0,102
CV%	-2,898	-2,932	-0,733	2,404
Teste w (Shapiro – Wilks) ¹	0,980	0,902	0,982	0,962
(Pr<W)	0,730	0,393	0,742	0,625
Teste t ²	-0,598	-0,591	-2,364	0,721
(Pr> T)	0,611	0,615	0,142	0,546

1- A distribuição dos dados da média da diferença em relação a CE foi normal quando (Pr<W)>0,05.

2- Teste para verificar se as médias das diferenças em relação a CE são iguais a zero. Aceitou-se H₀ quando (Pr>|T|>0,05).

O valor de CE nas proporções de 80, 60, 40 e 20% foi de, respectivamente, 0,8, 0,6, 0,4 e 0,2.

Competitividade relativa (CR)

A massa seca da braquiária em relação à massa da crotalária calculada pelo índice de competitividade relativa (CR) foi superior em Lavras e em Sete Lagoas, indicando a dominância da braquiária. Os coeficientes de agrupamento relativo (K) foram calculados para a braquiária (Kbraq) e para a crotalária (Kcrot) e foram utilizados na determinação do índice A, que indica a agressividade da espécie consorciada.

Nesse estudo pôde ser observado que a braquiária foi mais agressiva na competitividade com a crotalária, com valores de 0,1399 para a localidade de Lavras e 0,1723 para Sete Lagoas (Tabela 6.).

Tabela 6. Índices de competitividade entre braquiária e crotalaria, expressos por competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A).

Variáveis	CR	Kbraq	Kcrot	A
Massa seca				
Lavras	1,6604(±0,178)	0,5777(±0,038)	0,29245(±0,028)	0,1399(±0,029)
Sete Lagoas	1,8367 (±0,224)	0,6732 (±0,467)	0,2946 (±0,028)	0,1723 (±0,022)

Conclusões

A braquiária destaca-se na produtividade de massa seca nas duas localidades para todas as proporções.

A altura relativa das plantas de braquiária foi superior em Lavras e inferior em Sete Lagoas.

A agressividade das espécies estudadas, medida pela massa seca, alcançou maiores valores para a braquiária nos dois locais.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições CNPq, UFLA, Embrapa, e ao Departamento de Agricultura da UFLA, o apoio técnico e financeiro.

Referências

- AGOSTINETTO, D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1315-1322, 2013.
- AGOSTINETTO, D. et al. Competitividade relativa da soja em convivência com papuã (*Brachiaria plantaginea*). **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 185-190, 2009.
- AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- AMARAL, C. L. D. et al. Relações de interferência entre plantas daninhas e a cultura do grão-de-bico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 37-46, 2015.

- AROEIRA, L. J. M. et al. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 413-418, 2005.
- BEUKES, C. W. et al. Crotalariaeae and Genisteae of the South African Great Escarpment are nodulated by novel Bradyrhizobium species with unique and diverse symbiotic loci. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Orlando, v. 100, p. 206-218, 2016.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, n. 3, p. 664-673, 1991.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, n. 5, p. 635-643, 2000.
- GALON, L. et al. Competitividade relativa de cultivares de arroz irrigado com *Aeschynomene denticulata*. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 1, p. 67-74, 2015.
- GALON, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de feijão com picão-preto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 4, p. 855-865, 2017.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal - 2**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 592 p.
- NASCENTE, A. S.; LI, Y. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and no-till effects on physical fractions of soil organic matter. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 130, p. 52-57, 2013.
- PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.
- ROCHA JÚNIOR, P. R. D. et al. Soil, water, and nutrient losses from management alternatives for degraded pasture in Brazilian Atlantic Rainforest biome. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 583, p. 53-63, 2017.
- RUBIN, R. S. et al. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr+ imazapic. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 2, p. 173-179, 2014.
- SANTOS, H. G. dos et al. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SANTOS, N. Z. D. et al. Forages, cover crops and related shoot and root additions in no-till rotations to C sequestration in a subtropical Ferralsol. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 111, n. 2, p. 208-218, 2011.
- SBRISSIA, A. F. et al. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 25., 2009,

Piracicaba, SP. **Intensificação de sistemas de produção animal em pasto:** anais. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 37.

SILVA, A. C. da; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 22-28, 2009.

SILVA, C. T. A. C. et al. Allelopathy of *Crotalaria juncea* L. aqueous extracts on germination and initial development of maize. **Idesia**, Arica, v. 33, n. 1, p. 27-32, 2015.

WANDSCHEER, A. C. D. et al. Competitividade de capim-pé-de-galinha com soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2125-2131, 2013.

WANDSCHEER, A. C. D. et al. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 129-141, 2014.

YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. D. C. A.; CARVALHO, L. B. D. Interações competitivas de tritcale (*Triticum turgidosecale*) e nabiça (*Raphanus raphanistrum*) em função da população e proporção de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 129-135, 2011.

ZIECH, A. R. D. et al. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hiberna na região sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 5, p. 374-382, 2015.

**ARTIGO 2 - INTERAÇÃO ENTRE DIFERENTES PROPORÇÕES DE *Urochloa*
brizantha cv. Marandu E *Crotalaria* sp., EM CONSÓRCIO COM O MILHO**

GUSTAVO MALDINI PENNA DE VALADARES E VASCONCELOS¹, ÉLBERIS PEREIRA BOTREL¹ e DECIO KARAM²

¹ Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, gustavomaldini@hotmail.com.br; elberis@dag.ufla.br

² Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas-MG, decio.karam@embrapa.br

Artigo preparado de acordo com as normas para submissão da Revista Brasileira de Milho e Sorgo.

Resumo – O uso de plantas de cobertura se tornou algo imprescindível nas práticas de manejo modernas, porém o uso de plantas de cobertura consorciadas pode gerar uma competição com o milho. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar a interação entre diferentes proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria sp.*, em consórcio com o milho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em duas localidades, Sete Lagoas-MG (09/12/2017) e Lavras-MG (20/02/2018), tendo como objetivo avaliar a competição entre as diferentes proporções das espécies *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria sp.* (crotalária), cultivadas em consórcio com o milho. Os tratamentos foram constituídos de braquiária/crotalária nas seguintes proporções (100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 e 0/100) consorciadas com o milho, e um tratamento adicional de milho solteiro, totalizando 7 tratamentos com 4 repetições cada. Avaliaram-se a altura, a massa seca das folhas e colmo, o número de folhas, a área foliar e o diâmetro de colmo do milho. A altura de planta, o número de folhas, a massa seca e a área foliar respondem de forma inversa ao aumento da proporção de braquiária.

Palavras-chave: *Zea mays*, braquiária, crotalária, consórcio, planta de cobertura.

INTERACTION BETWEEN DIFFERENT PROPORTIONS OF *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Crotalaria sp.*, IN CONSORTIUM WITH CORN

Abstract – The use of cover plants has become essential in modern agricultural practices, but the use of intercropping plants can cause competition with maize. The objective in this study was to evaluate the interaction between different proportions of *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Crotalaria sp.*, in consortium with maize. The experiment was conducted in a greenhouse at two locations, Sete Lagoas-MG and Lavras-MG, aiming to evaluate the competition between the different proportions of the cover plants species *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Crotalaria sp.*, grown in consortium with maize. The treatments consisted of *U. brizantha/Crotalaria sp.* in the following proportions (100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80 and 0/100) intercropped with maize and an additional treatment of single maize, totaling 7 treatments with 4 replicates each. The height, the dry mass of the leaves and stem, the number of leaves, the leaf area and the diameter of the maize were evaluated. The plant height, number of leaves, dry mass and leaf area respond in the opposite way to the increase of the *U. brizantha* proportion.

Keywords: *Urochloa brizantha*, *Crotalaria sp.*, competition, proportion.

Introdução

A competição entre plantas está relacionada a fatores como a comunidade (densidade, distribuição e composição específica) e a própria cultura (gênero, espécie, densidade de plantio e espaçamento); e ocorre quando duas ou mais plantas consomem os recursos necessários para sua sobrevivência e desenvolvimento, reduzindo a disponibilidade desses recursos para as outras plantas (Agostinetto et al., 2008; Manabe et al., 2015).

As plantas de cobertura, em competição com uma determinada cultura, afetam seu desenvolvimento, principalmente quando possuem rápida emergência, maior velocidade de crescimento e maior extensão do sistema radicular (Oliveira Júnior; Constantin, Inoue, 2011). Isso faz com que ocorra a redução na disponibilidade de recursos (água, luz e nutrientes), resultando em redução de produtividade (Silva et al., 2015).

Quanto maior for a população de plantas de cobertura, maior será a disputa pelos recursos do meio, gerando uma competição mais intensa com a cultura (Foloni et al., 2014; Balbinot Júnior et al., 2015; Rocha et al., 2018). Espécies com semelhanças morfológicas e fisiológicas apresentam exigências similares em relação aos recursos, aumentando ainda mais a competição (Christoffoleti; Victoria Filho, 1996; Agostinetto et al., 2008).

Muitos estudos de competição são realizados buscando quantificar a interferência causada pelas plantas daninhas sobre diversas culturas (Adati; Oliveira; Karam, 2006; Fey et al., 2013), no entanto, existem poucos trabalhos que estudam o efeito causado por plantas de cobertura em diferentes proporções sobre o milho (Christoffoleti; Victoria Filho, 1996; Karam et al., 2010; Wandscheer et al., 2014).

Outros fatores podem influenciar na queda de produtividade das culturas, porém a competição é a forma de interferência mais direta entre as plantas e as culturas (Wandscheer et al., 2014). Dessa forma, este experimento teve por objetivo avaliar a interação entre *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria spectabilis*, cultivadas em diferentes proporções, no desenvolvimento e produtividade do milho.

Material e Métodos

O presente trabalho constou de dois ensaios, sendo um instalado no Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG (20/02/2018), e o outro instalado na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG (09/12/2017), ambos sob condições controladas em casa de vegetação.

Cada vaso, com a capacidade de 20 litros, foi preenchido com solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico Típico com textura argilosa (Santos et al., 2006), devidamente corrigido e adubado de acordo com a análise química do solo; não foi realizada adubação de cobertura.

As cultivares utilizadas no experimento de Lavras-MG foram milho Biomatrix 3063, *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* e *Crotalaria spectabilis*. No de Sete Lagoas-MG foi utilizado o milho KWS 9110 PRO, *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* e *Crotalaria Juncea*. As sementes foram semeadas diretamente nos vasos, todas na mesma época, em quantidades maiores para garantir o número exato de plantas necessárias por vaso. O desbaste foi realizado após a emergência, deixando uma planta de milho por vaso e as devidas quantidades das outras espécies.

O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições, sendo cada vaso considerado uma parcela experimental. Os tratamentos foram constituídos de plantas de braquiária e crotalaria consorciadas com o milho, em diferentes proporções, e uma testemunha somente com milho solteiro (Tabela 1).

As avaliações da altura e número de folhas do milho foram realizadas aos 26, 33, 47, 61, 75 e 89 dias após o plantio (DAP) no experimento de Lavras, e no experimento de Sete Lagoas foram realizadas aos 16, 30, 44, 58, 72 e 86 DAP. Na avaliação da altura do milho mediu-se partindo da base do colmo até a bainha da última folha.

Aos 89 DAP para o experimento de Lavras e aos 86 DAP para o experimento de Sete Lagoas, foram realizadas avaliações da massa seca do milho (folha e colmo), que foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem o peso constante, e posteriormente, pesadas; a área foliar foi obtida por meio de um medidor de esteira modelo LI-3100 da marca LI-COR e o diâmetro foi determinado com o auxílio de um paquímetro digital.

Tabela 1. Tratamentos com as proporções de semeadura das plantas de cobertura em consórcio com o milho.

Tratamento	Plantas de cobertura		Cultura	Relação braquiária/crotalaria (%)
	braquiária	crotalaria		
1	10	0	Milho	100/0
2	8	2	Milho	80/20
3	6	4	Milho	60/40
4	4	6	Milho	40/60
5	2	8	Milho	20/80
6	0	10	Milho	0/100
7	0	0	Milho	0/0

Os dados relativos à altura e ao número de folhas do milho foram submetidos a análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, e se significativos, submetidos ao teste de regressão. Quando a regressão foi não significativa optou-se pela análise de médias, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de massa seca (folha, colmo e total), área foliar e diâmetro do milho, se significativos ao teste F a 5% de probabilidade, foram submetidos a análise de médias utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As retas referentes ao número de folhas do milho consorciado com diferentes proporções de braquiária e crotalária em Sete Lagoas (NFS) e em Lavras (NFL) tiveram um aumento linear médio de 0,087 e 0,095 folhas/dia respectivamente. Em um estudo relacionado ao desenvolvimento do milho em relação à época de plantio realizado por (Guiscem et al., 2001) valores médios superiores de folhas/dias foram encontrados, essas diferenças são devidas às condições de implantação dos experimentos, radiação fotossinteticamente ativa, fotoperíodo, qualidade da luz e condições culturais.

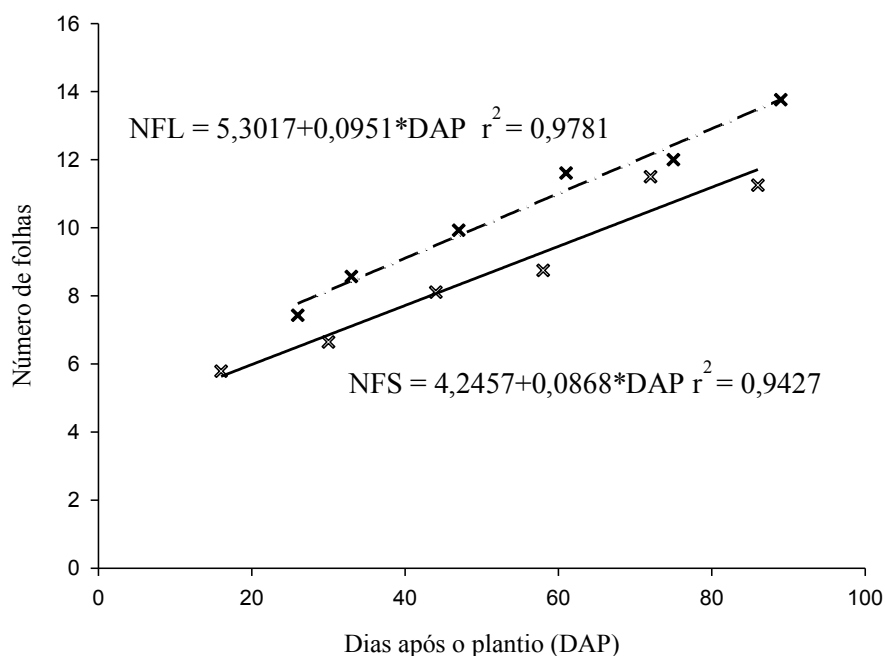


Figura 1. Número de folhas do milho, (NFS) Sete Lagoas-MG; (NFL) Lavras-MG, quando em competição com diferentes proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria* sp.

As análises dos dados mostrando a influência das plantas de cobertura em diferentes proporções evidenciam a redução no número de folhas do milho de forma significativa quando comparado com o milho solteiro nas proporções de braquiária e crotalária 100/0, 80/20, 60/40 e 40/60 no experimento de Sete Lagoas e nas proporções 100/0, 80/20, 60/40 e 40/60 no experimento de Lavras (figura 2 e 3). Resultados semelhantes foram encontrados por (Alves; Ceccon; Leite, 2013) quando obtiveram menores números de folhas no híbrido de milho AG9010 quando em consórcio com a braquiária na população de 20 plantas m^{-1} semeadas na entre linha do milho.

No experimento de Sete Lagoas, o crescimento do milho foi maior quando consorciado somente com a crotalária, não diferindo do milho solteiro. Todas as proporções que continham braquiária foram inferiores à testemunha, evidenciando uma maior competição exercida por essa espécie quanto ao número de folhas (Figura 2).

No experimento de Lavras, os tratamentos com o milho solteiro, e nas proporções 100/0 e 20/80 de braquiária e crotalária, respectivamente, apresentaram os maiores números de folhas do milho e não diferiram. A partir da proporção de braquiária/crotalária 40/60 até 100/0, ocorreu competição com as plantas de cobertura, diminuindo as folhas do milho (Figura 3).

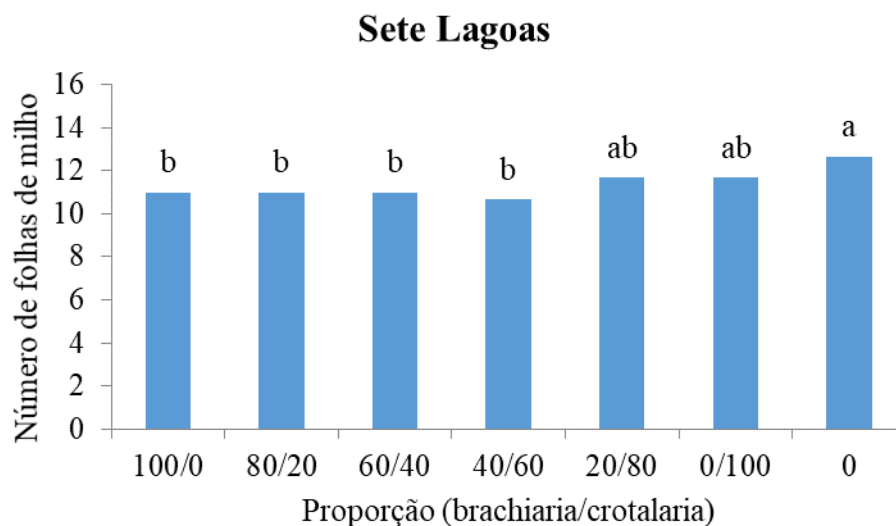


Figura 2. Número de folhas do milho KWS 9110 PRO, quando em competição com diferentes proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria juncea*. Sete Lagoas-MG.

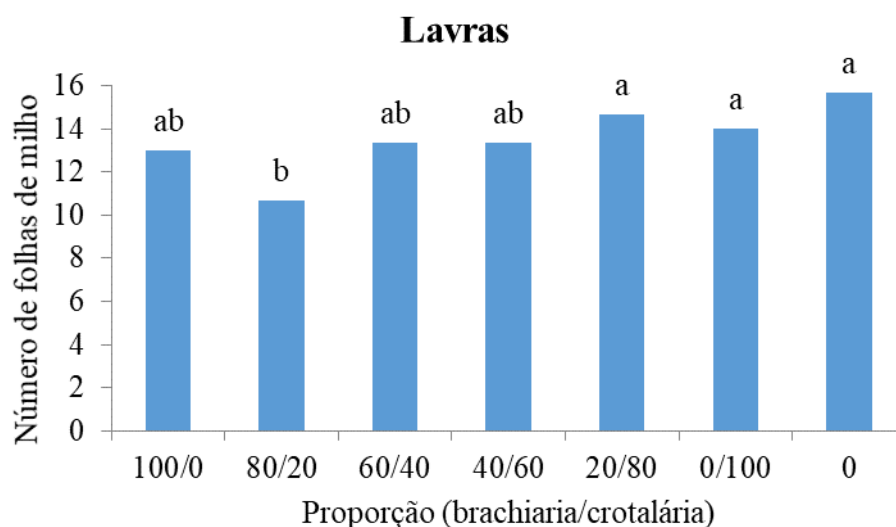


Figura 3. Número de folhas do milho Biomatrix 3063, quando em competição com diferentes proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria spectabilis*. Lavras-MG.

Os resultados obtidos para a altura do milho consorciado com diferentes proporções de braquiária e crotalária em Sete Lagoas e em Lavras apresentaram comportamento linear, com valores crescentes médios de 2,27 e 1,29 cm/dia, respectivamente (Figura 4).

Apesar dos híbridos utilizados serem diferentes, pode-se atribuir a diferença da altura do milho verificada entre as duas localidades à época de condução dos ensaios, tendo o de Lavras ocorrido em condições de outono-inverno, característicos da segunda safra do cereal.

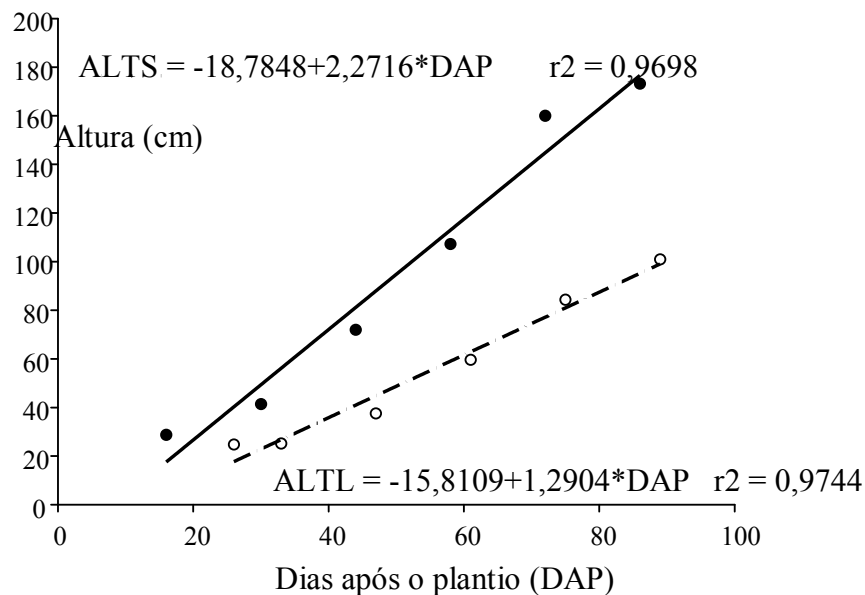


Figura 4. Altura do milho Biomatrix 3063 (AltI - Lavras, MG) e KWS 9110 PRO (Alts - Sete Lagoas-MG), quando em competição com diferentes proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Crotalaria* sp.

As plantas de braquiária e crotalaria em diferentes proporções reduziram a altura do milho de forma significativa quando comparado com o milho solteiro na proporção 100/0 no experimento de Sete Lagoas (Figura 5). Esse resultado obtido no ensaio de Sete Lagoas evidencia a maior capacidade competitiva da braquiária quando em maiores proporções. No estudo realizado por (Jakelaitis et al., 2006), observou-se interferência da braquiária a partir de quatro plantas por vaso, reduzindo de forma significativa a altura do milho. Nota-se também a tolerância do milho, considerando a altura de plantas, à crotalaria, que mesmo com 100% de população não interferiu na redução do crescimento do milho (Figura 5). Resultados semelhantes foram obtidos por (Gitti et al., 2012) em que o consórcio simultâneo e o tardio de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria juncea*, semeadas na entrelinha do milho e com 30 sementes por metro, não reduziram a altura do cereal.

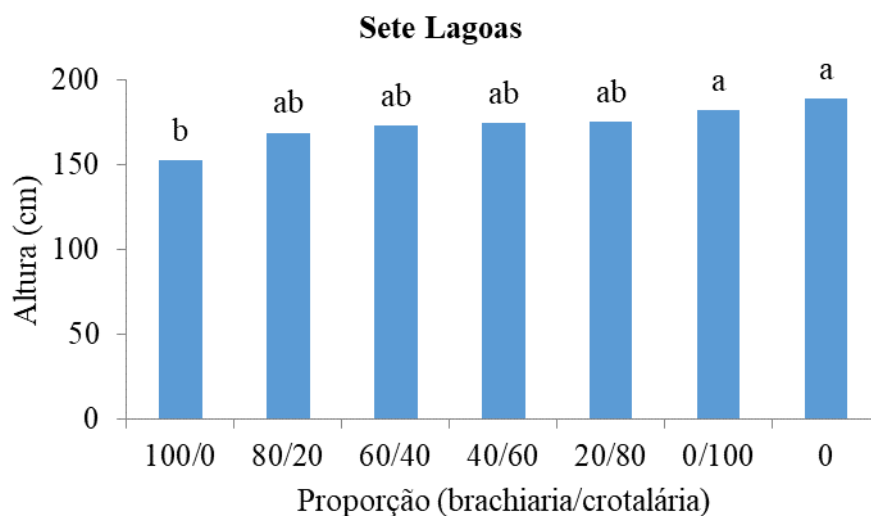


Figura 5. Altura do milho KWS 9110 PRO em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Sete Lagoas-MG

No ensaio conduzido em Lavras, o comportamento do milho em relação à altura das plantas mostra a crotalária com população máxima com produtividade semelhante a obtida no cultivo de milho solteiro (Figura 6). Nas proporções 20/80 e 0/100 (braquiária/crotalária), o comportamento foi intermediário, e nas proporções 80/20, 60/40 e 40/60 (braquiária/crotalária) houve uma redução da altura das plantas de milho quando comparado com a testemunha (Figura 6).

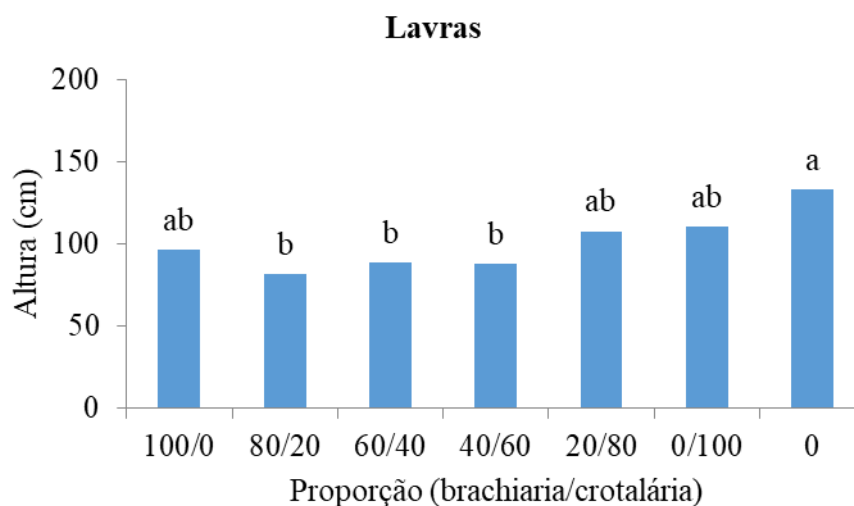


Figura 6. Altura do milho Biomatrix 3063 em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Lavras-MG

A massa seca das folhas do milho não diferiu entre a testemunha e as diferentes proporções de braquiária e crotalária no experimento de Sete Lagoas (Figura 7). No experimento de Lavras houve, diferença significativa nas proporções 80/20 e 60/40 quando comparado com o milho solteiro (Figura 8). Resultados obtidos por (Jakelaitis et al., 2006) apontaram reduções significativas da massa seca da parte aérea do milho a partir de 4 plantas de braquiária por vaso consorciado com milho.

No experimento de Lavras, ocorreu a formação de um grupo intermediário formado pelas proporções 100/0, 40/60 e 20/80 braquiária/crotalária e um grupo com as menores massas secas de folhas 80/20 e 60/40. Também é possível visualizar a menor competição exercida pela crotalária em relação ao milho, quando o tratamento com 100% da leguminosa não se diferencia da testemunha (Figura 8). Resultado semelhante foi obtido por (Pereira et al., 2011), não apresentando diferença significativa da produtividade de matéria seca da parte aérea do híbrido de milho AG1051 em consórcio com crotalária.

A massa seca do colmo diferiu de forma significativa nas proporções das plantas de cobertura em Sete Lagoas e em Lavras, respectivamente. Em Sete Lagoas, a massa seca do colmo foi maior no milho solteiro, e o menor valor para essa característica foi verificado para a proporção 100/0, mostrando maior influência negativa da braquiária no crescimento do milho (Figura 7).

Em Lavras, o milho solteiro apresentou maior massa seca do colmo. De forma intermediária se apresentaram as proporções 0/100 e 20/80. Os menores valores para essa característica foram observados nas proporções 100/0, 80/20, 60/40 e 40/60 (Figura 8).

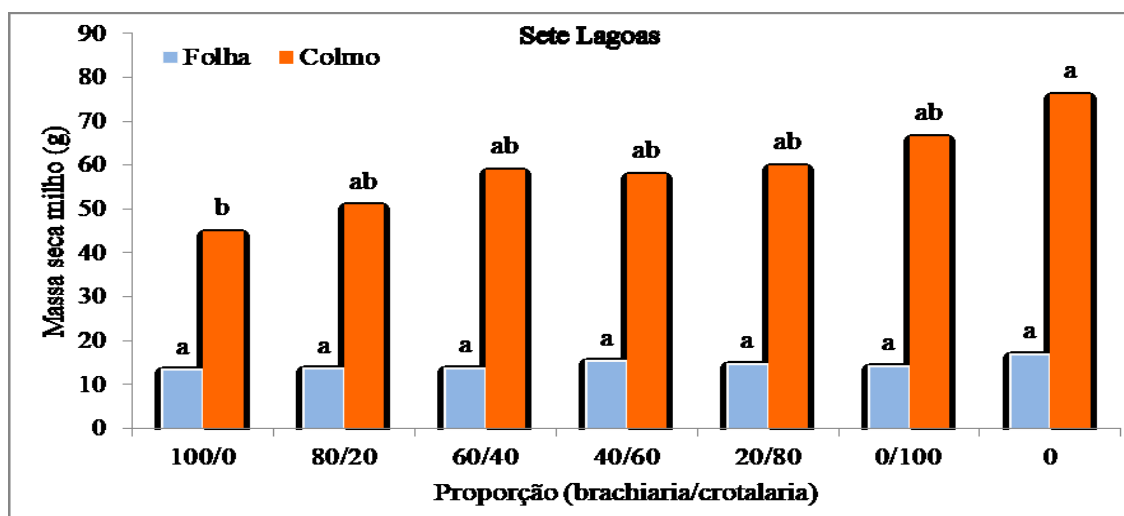


Figura 7. Massa seca do milho KWS 9110 PRO em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Sete Lagoas- MG

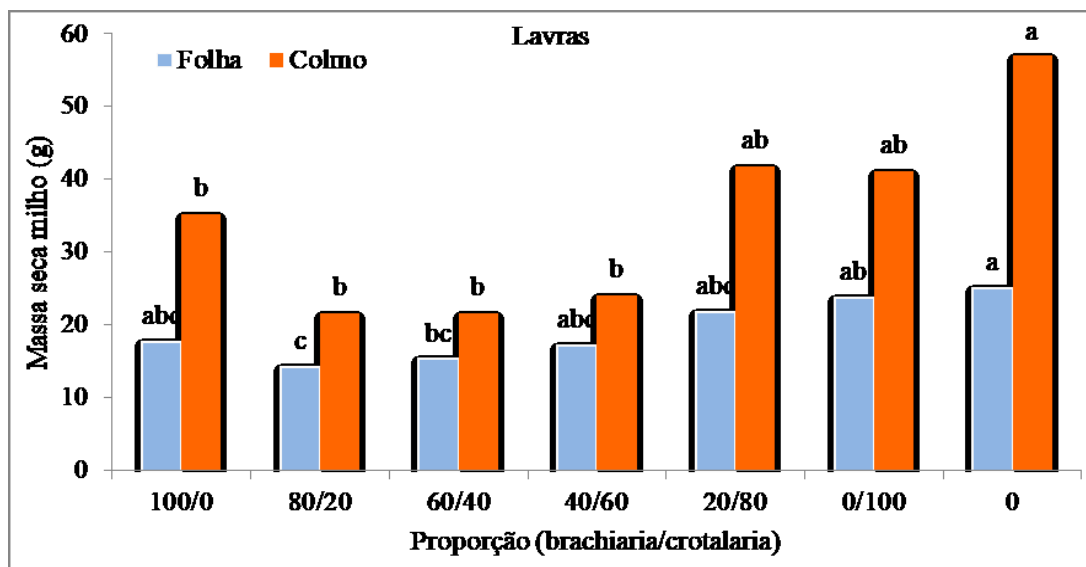


Figura 8. Massa seca do milho Biomatrix 3063 em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Lavras-MG

A área foliar do milho em competição com diferentes proporções de braquiária e crotalária foi mensurada somente no experimento de Sete Lagoas. Essa característica diferiu significativamente, na proporção 100/0, quando comparado com o milho solteiro, ou seja, as diversas proporções testadas situaram-se de forma intermediária em relação a testemunha, com exceção da proporção com 100% de braquiária, que apresentou a menor área foliar (Figura 9).

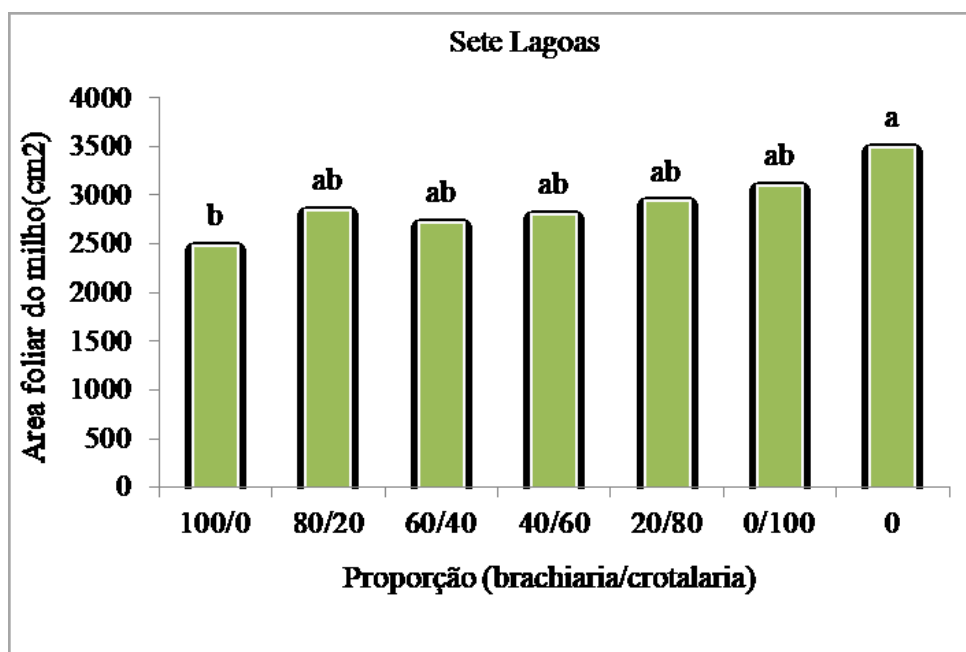


Figura 9. Área foliar do milho KWS 9110 PRO em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Sete Lagoas- MG

O diâmetro do colmo do milho não diferiu entre a testemunha e as diferentes proporções de braquiária e crotalária em nenhum dos dois experimentos (Sete Lagoas e Lavras) (Figuras 10 e 11).

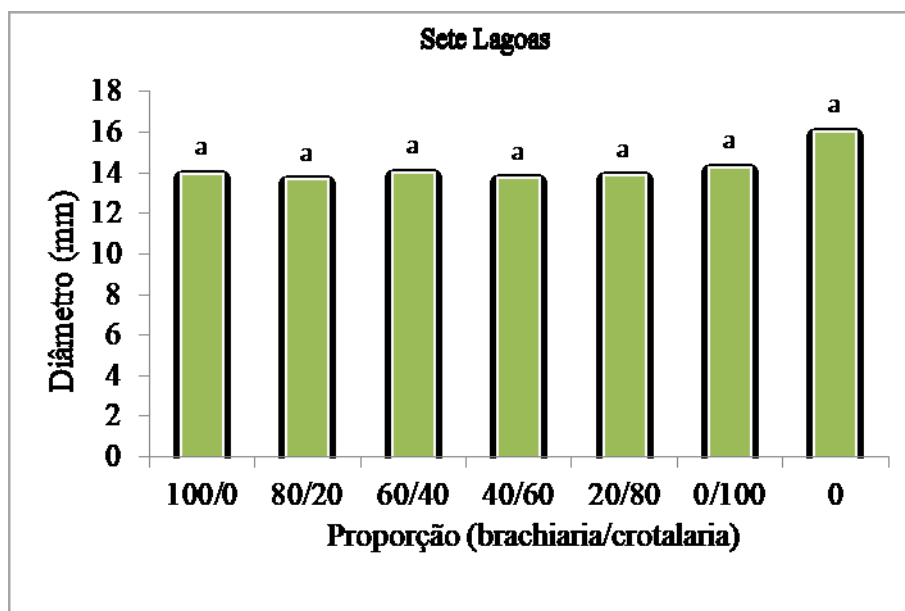


Figura 10. Diâmetro do colmo do milho KWS 9110 PRO em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Sete Lagoas-MG

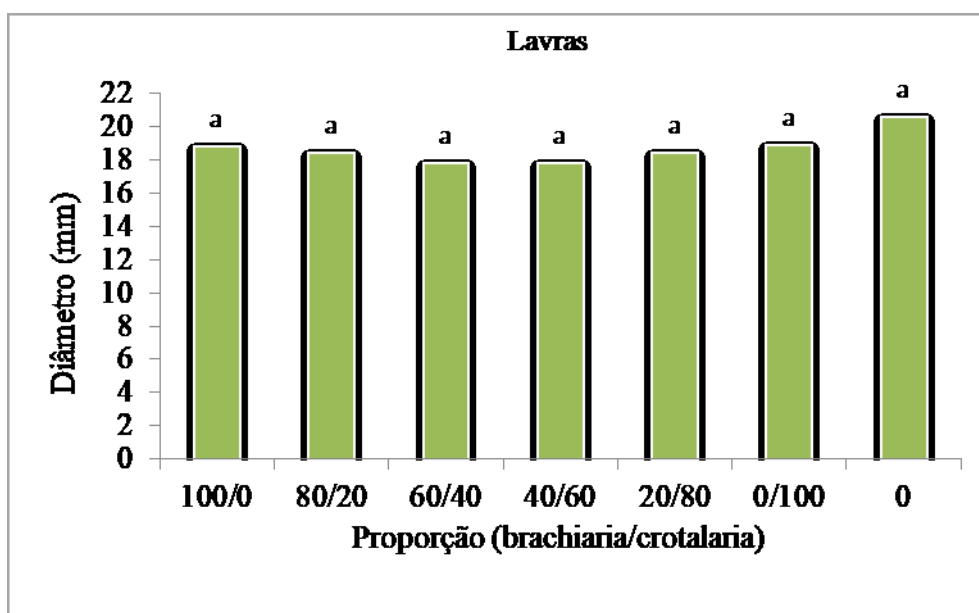


Figura 11. Diâmetro do colmo do milho Biomatrix 3063 em função das proporções de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (braquiária) e *Crotalaria* sp. (crotalária). Lavras-MG.

Conclusões

As características avaliadas, altura de planta, número de folhas, massa seca e área foliar, respondem de forma inversa ao aumento da proporção de braquiária.

A braquiária em proporções superiores a 40/60 (braquiária/crotalária) interfere negativamente no desenvolvimento do milho, não sendo indicada a utilização acima dessa proporção no consórcio com o milho.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições CNPq, UFLA, Embrapa, e ao Departamento de Agricultura da UFLA, pelo apoio técnico e financeiro.

Referências

- ADATI, C.; OLIVEIRA, V. A.; KARAM, D. Análise matemática e biológica dos modelos de estimativa de perdas de rendimento na cultura devido à interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 1-12, 2006.
- AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- ALVES, V. B.; CECCON, G.; LEITE, L. F. Morfologia e produtividade de híbridos de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 2, p. 152-163, 2013.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A. et al. **Densidade de plantas na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos 364).
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.
- FEY, R. et al. Identificação e interferência de plantas daninhas em pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 955-961, 2013.
- FOLONI, J. S. S. et al. Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas v. 13, n. 3, p. 312-325, 2014.
- GITTI, D. C. et al. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

GUISCHEM, J. M. et al. Crescimento e desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.) em semeadura tardia e sua relação com graus-dia e radiação solar global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 251-260, 2001.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 373-378, 2006.

KARAM, D. et al. Plantas daninhas. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1).

MANABE, P. M. S. et al. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 333-343, mar./abr. 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

PEREIRA, L. C. et al. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 3, p. 191-200, 2011.

ROCHA, B. G. et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 2, p. 91-100, 2018.

SANTOS, H. G. dos et al. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, D. V. et al. Crescimento e rendimento do milho sob interferência da tiririca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3077-3084, 2015.

WANDSCHEER, A. C. D. et al. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 129-141, 2014.