

INTERFERÊNCIA DA *Brachiaria brizantha* NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR¹

Interference of Brachiaria brizantha in the Morphology of Sugarcane

GALON, L.², TIRONI, S.P.³, FARIA, A.T.⁴, SILVA, A.F.⁵, SILVA, A.A.⁶, CONCENÇO, G.⁷, BORGES, E.T.⁴, ROCHA, P.R.R.⁸, FERREIRA, E.A.⁹ e ASPIAZÚ, I.¹⁰

RESUMO - A interferência causada pelas plantas daninhas é um dos principais fatores limitantes à produtividade de colmos na cana-de-açúcar. Na atualidade, há grande escassez de informações a respeito de qual é a população de plantas daninhas que poderá causar danos à cultura. Com esse pressuposto, objetivou-se quantificar a interferência de populações de *Brachiaria brizantha* sobre as variáveis morfológicas dos cultivares de cana-de-açúcar RB72454, RB867515 e SP801816. O experimento foi conduzido em campo, sendo os tratamentos constituídos por 12 populações de *B. brizantha*. As populações de *B. brizantha* foram de: 0, 1, 3, 7, 15, 32, 40, 32, 64, 92, 88 e 112; 0, 1, 4, 14, 10, 18, 28, 30, 36, 54, 52 e 72; e 0, 1, 3, 6, 14, 20, 24, 26, 26, 32, 46 e 56 plantas m⁻², respectivamente para os cultivares RB72454, RB867515 e SP801816. Aos 120 dias após a emergência da cana-de-açúcar (DAE) e da planta daninha, foram quantificados a massa seca da parte aérea (MS), a área foliar (AF), o diâmetro (DC) e número de colmos (NC), a estatura (ES) e o número médio de folhas por planta. Na colheita (350 DAE), efetuou-se a estimativa da produtividade de colmos (PC) da cana-de-açúcar. O aumento da população de *B. brizantha* desencadeou menores valores de área foliar, número de colmos, acúmulo de massa seca e produtividade de colmos das variedades de cana-de-açúcar. Em contrapartida, ocorreu incremento da estatura e do diâmetro de colmos da cana-de-açúcar conforme o aumento da população da planta daninha. De todos os cultivares, o genótipo RB72454 foi o que sofreu maiores danos nas características morfológicas com o aumento da população de *B. brizantha*.

Palavras-chave: plantas daninhas, *Saccharum* spp., manejo integrado.

ABSTRACT - Weed interference is one of the main factors limiting sugarcane yield. Currently, there is little data on the density of weed species capable of causing economic damage to sugarcane. This work aimed to analyze the interference of *Brachiaria brizantha* in the morphological development of the sugarcane varieties RB72454, RB867515 and SP801816. The trial was installed under field conditions, with the treatments consisting of 12 densities of *B. brizantha*, as follows: 0, 1, 3, 7, 15, 32, 40, 32, 64, 92, 88 and 112; 0, 1, 4, 14, 10, 18, 28, 30, 36, 54, 52 and 72; 0, 1, 3, 6, 14, 20, 24, 26, 26, 32, 46 and 56 plants m⁻² for the varieties RB72454, RB867515 and SP801816, respectively. One hundred and twenty days after emergence (DAE) of both the sugarcane plants and the weeds, shoot dry mass (SDM), leaf area (LA), diameter (D) and number of stems (NS), plant height (PH) and number of leaves of the crop were quantified. At harvest (350 DAE), crop yield (CY) was estimated. As *B. brizantha* density increased, lower values for leaf area, number of stems, dry mass and sugarcane yield were observed. On the other hand, as density increased, there was a correspondent increase in height and diameter of sugarcane stems. Variety RB72454 was the most affected by the increase of weed species density.

Keywords: weeds, *Saccharum* spp., integrated management.

¹ Recebido para publicação em 25.1.2011 e aprovado em 17.5.2011.

² Eng^a-Agr^a, D.Sc., Professor, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus Itaqui-RS, Bairro Promorar, Avenida Luiz Joaquim Sá Brito, s/n, 97650-000, Itaqui-RS, <leandrogalon@unipampa.edu.br>; ³ Eng. Agr., D.Sc. Prof. do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Maragogi-AL; ⁴ Acadêmicos de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV); ⁵ Eng^a-Agr^a, Embrapa Milho e Sorgo - Sinop-MT; ⁶ Eng^a-Agr^a, D.Sc., Professor, DFT/UFV, Bolsista do CNPq; ⁷ Eng^a-Agr^a, D.Sc., Pesquisador em Herbologia, Embrapa Agropecuária Oeste – CPAO, Dourados-MS, Brasil; ⁸ Eng^a-Agr^a, D.Sc., DFT/UFV; ⁹ Eng^a-Agr^a, D.Sc., Bolsista PNPd, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Faculdade de Ciências Agrárias, Diamantina-MG; ¹⁰ Eng^a-Agr^a, D.Sc., Professor, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.



INTRODUÇÃO

Entre os fatores que mais causam prejuízos ao cultivo da cana-de-açúcar, destaca-se a interferência exercida pelas plantas daninhas, que limitam o crescimento, o desenvolvimento, a produtividade e a qualidade do produto colhido. As plantas daninhas, quando não controladas adequadamente, podem causar perdas de até 40% no rendimento de colmos da cana-de-açúcar (Kuva et al., 2003). Esse fato ocorre principalmente em função do lento crescimento inicial e da demora dessa cultura em fechar o dossel, o que permite o acesso das plantas daninhas à luz; com isso, maior será a competição ocasionada por elas.

Espécies morfofisiologicamente semelhantes apresentam exigências comuns em relação aos recursos do meio, tornando ainda mais intensa a competição (Galon & Agostinetto, 2009). Como consequência, a competição interespecífica reduz a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, interfere em características relacionadas à fisiologia da planta (Galon et al., 2009), na quantidade de colmos colhidos e na longevidade do canavial, com reduções no número de cortes economicamente viáveis (Kuva et al., 2003).

Devido às dimensões territoriais do Brasil e por ser a cana-de-açúcar uma cultura presente em praticamente todas as regiões brasileiras, a diversidade de espécies daninhas nessa cultura é inigualável. Apesar de a cana-de-açúcar ser altamente eficiente na utilização dos recursos disponíveis para seu crescimento (metabolismo do carbono pelo ciclo C_4), as plantas daninhas ocasionam elevados danos à cultura. Esse fato pode ser observado, principalmente, nos estádios de brotação. Além disso, a espécie apresenta crescimento inicial lento, tornando longo o período em que o canavial necessita estar livre da interferência das plantas daninhas (PCPI), o qual varia entre 50 e 130 dias (Kuva et al., 2003). Esse fato também justifica o elevado consumo de herbicidas nessa cultura, os quais na maioria dos casos apresentam longa atividade residual no solo (Procópio et al., 2010).

Cerca de 1.000 espécies habitam o agroecossistema da cana-de-açúcar nas distintas regiões produtoras. Entre as mais importantes, destacam-se *Brachiaria decumbens*,

B. plantaginea, *B. brizantha*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Amaranthus deflexus*, *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil* e *Sida glaziovii* (Procópio, 2010).

As espécies de plantas daninhas pertencentes ao gênero *Brachiaria* destacam-se em razão da elevada habilidade competitiva que apresentam com a cana-de-açúcar (Kuva et al., 2003). Salienta-se que esse gênero é utilizado como forrageira por muitos pecuaristas, e, no momento em que o produtor decide renovar a área cultivada, ou seja, passa a plantar cana-de-açúcar em suas lavouras, a *Brachiaria* torna-se uma infestante de difícil controle, necessitando de ser manejada. Em média, a cada 3,70 g m⁻² de matéria seca acumulada por *B. decumbens* ocorre em torno de 1 t ha⁻¹ de redução na produtividade da cana-de-açúcar, já no início do ciclo de desenvolvimento da cultura (Kuva et al., 2003). Esses autores observaram correlação negativa entre a produção de massa seca de *Brachiaria decumbens* e a produtividade de colmos de cana-de-açúcar. No entanto, são escassas as informações entre a relação da população de plantas daninhas e os danos causados à cana-de-açúcar.

Ao se descobrir qual a intensidade da interferência causada por populações de plantas daninhas sobre uma cultura, pode-se lançar mão de métodos de controle, especificamente quando a competição justificar economicamente sua aplicação. No caso da cana-de-açúcar, pode-se concluir, por exemplo, que somente o manejo integrado seria suficiente, em alguns casos, para manter as plantas daninhas em baixo nível de ocorrência. A consequência seria a redução do impacto ambiental provocado pelo uso abusivo de herbicidas e também do custo de produção da lavoura.

Com isso, objetivou-se com este trabalho quantificar a interferência de populações de *B. brizantha* sobre as variáveis morfológicas dos cultivares de cana-de-açúcar RB72454, RB867515 e SP801816.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da Horta Nova, pertencente à



Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, em Argissolo Vermelho-Amarelo. O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em sistema convencional de cultivo de cana-de-ano, após as operações de aração e gradagens, seguido de sulcamento do solo, na distância entre linhas de 1,4 m.

A densidade de plantio foi de 18 gemas m^{-1} , com adubação realizada no sulco de plantio de acordo com resultados da análise físico-química do solo (Tabela 1) e seguindo as recomendações para a cultura (CFSEMG, 1999), utilizando-se 500 kg ha^{-1} do formulado NPK 8-28-16, complementado por uma adubação de cobertura de 160 kg ha^{-1} de KCl.

As unidades experimentais foram constituídas de seis linhas de 8,4 m de largura por 5,0 m de comprimento, com área total de 42 m^2 por parcela. Os tratamentos foram constituídos por 12 populações de *B. brizantha*, distribuídas em três cultivares de cana-de-açúcar: 0, 1, 3, 7, 15, 32, 40, 32, 64, 92, 88 e 112; 0, 1, 4, 14, 10, 18, 28, 30, 36, 54, 52 e 72; e 0, 1, 3, 6, 14, 20, 24, 26, 26, 32, 46 e 56 plantas m^{-2} , para as variedades RB72454, RB867515 e SP801816, respectivamente.

As populações de *B. brizantha* foram obtidas pela semeadura de 10 kg ha^{-1} de sementes, realizada 10 dias antes da emergência dos brotos de cana-de-açúcar; quando as plantas do competidor se encontravam no estágio de duas folhas a um afilho, foi realizado desbaste

químico com aplicação do herbicida MSMA (Volcan® - 2 L ha^{-1}). Plantas aleatórias foram cobertas com copos ou lonas plásticas, para que não sofressem danos do herbicida, resultando nas densidades desejadas. As plantas daninhas não objeto do estudo foram controladas com 2,4-D ou arranquio manual, principalmente dos novos reflexos de *B. brizantha* que viessem a emergir. Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal propelido a CO_2 , acoplado a barra de 2 m de comprimento contendo quatro pontas de pulverização modelo TT 110.02, calibrado para aspergir 150 L ha^{-1} de calda.

As avaliações da população final de *B. brizantha* em cada tratamento foram realizadas aos 90 dias após a emergência da cultura (DAE), com contagens em duas áreas de 0,25 m^2 (0,5 x 0,5 m) em cada unidade experimental.

Aos 120 DAE da cultura, aferiu-se o diâmetro (com paquímetro digital) e o número de colmos, a estatura de plantas (com régua graduada) e o número de folhas por plantas. Após as determinações descritas anteriormente, seccionaram-se as plantas de cana-de-açúcar rente ao solo, separando-se os colmos das folhas. As folhas foram alocadas em caixas de poliestireno expandido contendo gelo, para evitar a desidratação, com o intuito de determinar a área foliar (AF), em determinador eletrônico Licor modelo LI-3100C. Os colmos foram acondicionados em sacos de

Tabela 1 - Características físicas e químicas do solo, coletado na profundidade de 0 a 10 cm na Horta Nova, DFT/UFV, Viçosa-MG, 2008

Características químicas ^{1/}												
pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC(t)	CTC (T)	V	m	MO
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)							(%)		(dag kg ⁻¹)
6,0	7,4	168	4,2	0,7	0,0	4,46	5,33	5,33	9,79	54	0	2,4
Características físicas ^{1/}												
Argila		Silte		Areia grossa		Areia Fina		Classificação textural				
(%)												
47		32		7		14		Argiloso				

^{1/} Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda. pH: em água, relação 1:2,5. P-K: extrator Mehlich-1. Ca-Mg e Al: extrator KCl - 1 mol L⁻¹. H + Al: extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ - pH 7,0. SB: soma de bases trocáveis. CTC (t): Capacidade de troca catiônica efetiva. CTC (T): capacidade de troca catiônica a pH 7,0. v: saturação por bases. m: saturação por alumínio. MO: matéria orgânica = C.org x 1,724 - Walkley-Black.



papel e, após quantificação da AF, alocou-se o material em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65 ± 5 °C, para determinar a massa seca da parte aérea.

A produtividade de colmos foi estimada, inicialmente, realizando-se a contagem daqueles que se encontravam nas quatro linhas centrais e desconsiderando 0,5 m das bordaduras laterais e frontais em cada parcela. Posteriormente, foram coletados, aleatoriamente, 30 colmos da área útil de cada tratamento e, em seguida, pesados. Com o peso médio de colmos e o número de colmos por área, estimou-se a produtividade de colmos por área ($t\ ha^{-1}$).

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e, em seguida, à análise de variância. Posteriormente, análises de regressões lineares e não lineares foram realizadas para avaliar os efeitos das populações de *B. brizantha* sobre as características morfológicas de cada variedade de cana-de-açúcar, utilizando-se as médias de cada tratamento. A escolha dos modelos baseou-se na significância estatística (teste F), no ajuste do coeficiente de determinação (R^2) e no significado biológico do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área foliar (AF) das plantas de cana-de-açúcar foi menor com o aumento da população de *B. brizantha*, para os cultivares RB72454 e SP801816 (Figura 1A). Já o cultivar RB867515 foi mais tolerante à competição com a planta daninha, para a mesma variável estudada, pois, com o aumento da população do competidor, observou-se valor constante da AF. Sob condições de competição, as plantas tendem a apresentar menor área foliar, em virtude de alocarem maior proporção da massa em colmos, tornando-os mais longos, elevando as folhas em busca de luz; como consequência, nessa situação, normalmente as folhas possuem menores dimensões. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2008) ao observarem que o aumento da população de azevém, ao competir com o trigo, ocasionou a diminuição da área foliar da cultura, mas não alterou a espessura das folhas. Em alguns casos, as folhas também podem se alongar mais e apresentar lâmina

foliar menos espessa, alterando a área foliar, porém mantendo a massa constante. Nos cultivares cuja área foliar não foi afetada, deve-se determinar se houve alteração na espessura da lâmina foliar, a fim de elucidar o mecanismo de tolerância.

Os resultados demonstram que houve menor acúmulo de massa seca (MS) no cultivar RB72454 em função do aumento da população de *B. brizantha*. Já os cultivares RB867515 e SP801816 não sofreram alterações com o aumento da população das plantas daninhas, evidenciando a menor influência da competição na fase inicial de desenvolvimento da cultura (Figura 1B). Populações elevadas de plantas daninhas extraem maior volume de recursos do ambiente e, por conseguinte, interferem no crescimento e no acúmulo de fotoassimilados nas culturas, o que se reflete no menor desenvolvimento da AF e no acúmulo da MS das plantas (Rizzardi et al., 2001).

Com o incremento da população de *B. brizantha*, observou-se aumento do diâmetro dos colmos, com exceção do cultivar RB72454 (Figura 2A). O aumento do diâmetro é atribuído ao menor número de afilhos. Quando as plantas estão competindo por espaço, prevalece a alocação de fotoassimilados nos colmos principais. O diâmetro de colmos está diretamente relacionado com a disponibilidade dos recursos para a cultura; ao faltarem, ocorre abortamento de alguns afilhos e o engrossamento do colmo daqueles que permanecerem sobrevivendo (Pedrosa et al., 2005). Em um contexto global, as plantas são extremamente responsivas aos estresses, sejam naturais ou impostos pelo homem, alterando sua morfologia em prol de uma adaptação necessária à sua sobrevivência (Santos et al., 2006).

Observou-se ainda redução do número de colmos por metro linear, com acréscimos na população da planta daninha para o RB72454, enquanto os demais cultivares não foram influenciados (Figura 2B). Isso demonstra que o RB72454 apresenta maior suscetibilidade à competição com relação aos demais cultivares. O número de colmos apresentou redução até a população de aproximadamente 10 plantas m^2 de *B. brizantha* no cultivar RB72454 (Figura 2B).

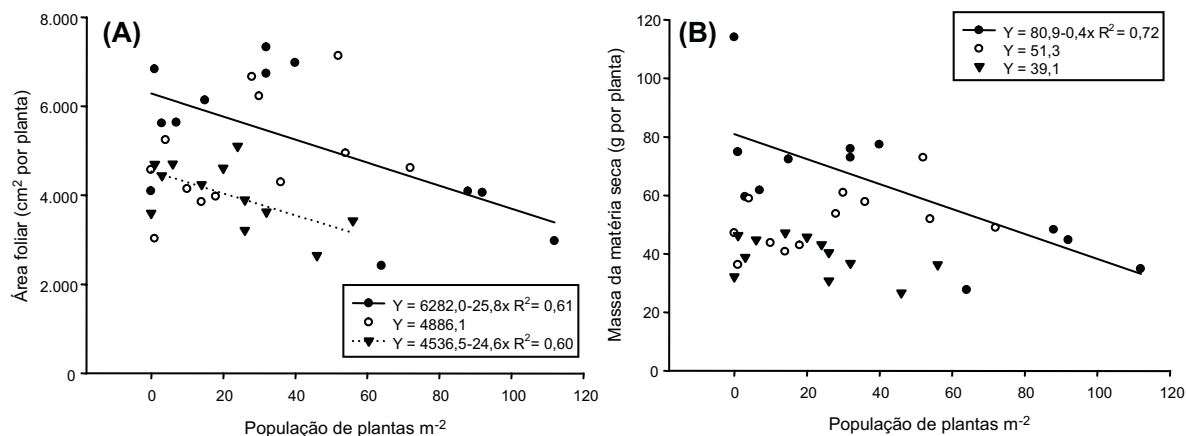


Figura 1 - Área foliar (A) e massa da matéria seca da parte aérea (B) das variedades de cana-de-açúcar (●) RB72454, (○) RB857515 e (▼) SP801816 em competição com populações de plantas de *Brachiaria brizantha*. DFT/UFV, Viçosa-MG, 2008/09.

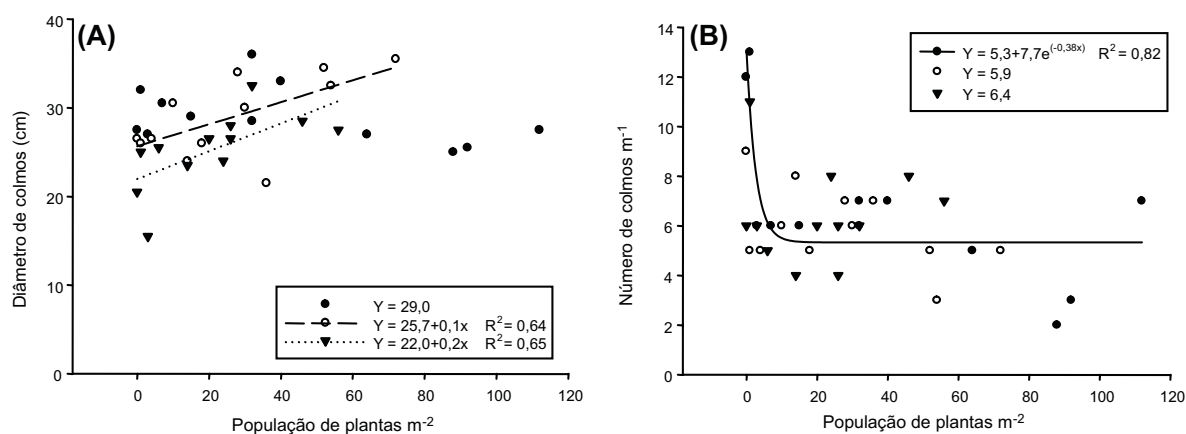


Figura 2 - Diâmetro de colmos (A) e número de colmos (B) das variedades de cana-de-açúcar (●) RB72454, (○) RB857515 e (▼) SP801816 em competição com populações de plantas de *Brachiaria brizantha*. DFT/UFV, Viçosa-MG, 2008/09.

As diferenças de habilidade competitiva de culturas *versus* plantas daninhas foram observadas por vários pesquisadores: cana-de-açúcar com capim-braquiária (Kuva et al., 2003), soja com nabo (Bianchi et al., 2006), arroz com capim-arroz (Galon & Agostinetto, 2009), arroz com arroz-vermelho (Pantone & Baker, 1991), sorgo e sorgo-de-alepo ou sorgo e biótipo silvestre originado do sorgo cultivado (Hoffman & Buhler, 2002). Temperatura, umidade e luz são os maiores determinantes do crescimento vegetal, podendo cada um desses elementos ser mais ou menos limitante em situações específicas (Santos et al., 2006).

Com relação à interferência entre plantas daninhas, o que se observa é que cada espécie é mais eficiente em explorar um dado nicho

(recurso), porém, de maneira geral, todos esses recursos estarão em certo grau menos disponíveis para a cultura. Gramíneas apresentam a capacidade de perfilhamento como característica de plasticidade para otimizar a utilização dos recursos do ambiente. Essa característica é uma das mais suscetíveis à competição, pois as plantas tendem a priorizar o crescimento e o desenvolvimento dos colmos em detrimento do perfilhamento. O perfilhamento é favorecido por alta luminosidade e nutrição adequada (Teruel & Smiderle, 1999); dessa forma, o aumento da competição por plantas daninhas tanto obriga os colmos a se alongarem em busca de luz, como reduz o número de perfilhos, por competirem por fatores nutricionais. Esses resultados corroboram os obtidos no presente trabalho.



Com acréscimos na população de *B. brizantha*, observou-se aumento da altura das plantas de cana-de-açúcar dos cultivares RB867515 e SP801816 (Figura 3A). A competição, principalmente por luz, ocasiona a tendência das plantas em investir mais fotoassimilados em estatura, aumentando a interceptação e sombreando as demais plantas competidoras (Ballaré et al., 1987). A competição por luz entre plantas em comunidades inicia-se muito cedo, afetando precocemente a dominância apical (Almeida & Mundstock, 2001). Segundo Ballaré et al. (1987), em comunidades formadas por poáceas com características morfológicas semelhantes, ocorre redução no afilamento bem antes de ocorrer sombreamento mútuo entre as plantas. Esses autores propuseram como explicação que a qualidade da luz incidente sobre as plantas, como o balanço de radiação na faixa do vermelho e do vermelho-distante, pode atuar como sinalizador precoce de imposição à competição.

Alguns autores levantaram a hipótese de que ecótipos (ou variedades) de uma mesma espécie pudessem apresentar capacidade diferencial de se adaptar a diferentes intensidades luminosas (Bjorkman & Holmgren, 1966; Bjorkman, 1968). Pesquisas têm enfatizado que todos os indivíduos de uma mesma espécie tecnicamente são capazes de ajustar sua fisiologia à intensidade luminosa à qual estão expostos, ou seja, um indivíduo desenvolvido ao sol pode se adaptar ao ambiente

sombreado e vice-versa (Walker et al., 1988; Sims & Kelley, 1998). Dessa forma, fica implícito que as variedades de cana-de-açúcar que se desenvolvem simultaneamente e com maior rapidez em altura e área foliar competem mais eficientemente pela luz.

A variável número de folhas por planta foi influenciada negativamente com o aumento da população das plantas de *B. brizantha* somente para o cultivar RB72454 (Figura 3B). Essa estrutura vegetal é considerada de baixa interferência pelos fatores externos (Ferreira et al., 2005). No entanto, novamente o cultivar RB72454 demonstrou ser menos competitivo que os demais quando na presença do competidor.

A produtividade de colmos foi reduzida com o aumento da população de *B. brizantha*, com estabilização de perdas em populações de aproximadamente 40 plantas m^{-2} , para todos os cultivares (Figura 4). O aumento da população da planta daninha elevou a competição interespecífica, reduzindo assim a produtividade da cultura. Convém destacar que o aumento da competição entre a cana-de-açúcar e *B. brizantha* ocasionou redução do perfilhamento da cultura e, conseqüentemente, menor número de colmos foi obtido por área cultivada. De acordo com Wiedenfeld (2003) e Silva et al. (2007), o crescimento inicial rápido e uniforme é essencial para obtenção de um bom estande, possibilitando o rápido fechamento da entrelinha, o que

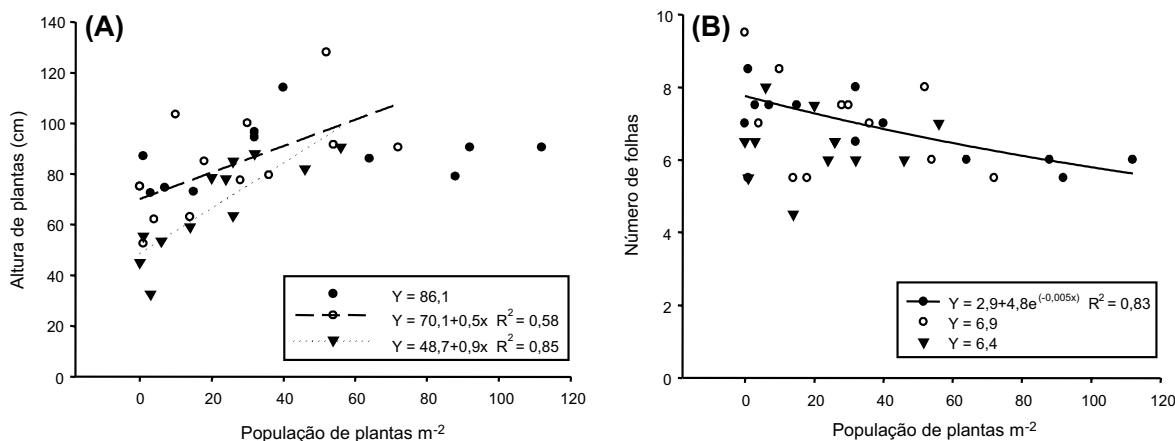


Figura 3 - Altura de plantas (A) e número de folhas por planta (B) das variedades de cana-de-açúcar (●) RB72454, (○) RB857515 e (▼) SP80-1816 em competição com populações de plantas de *Brachiaria brizantha*. DFT/UFV, Viçosa-MG, 2008/09.

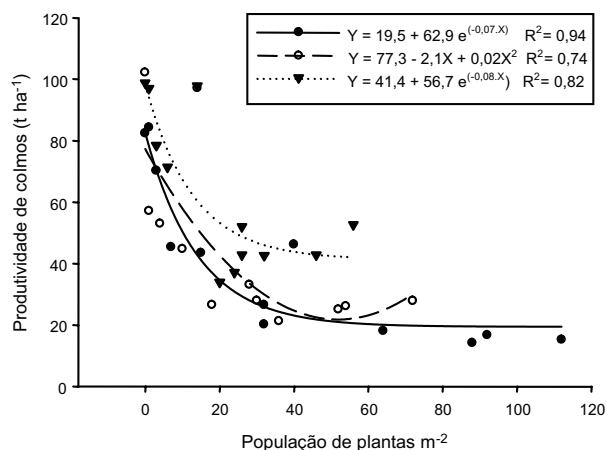


Figura 4 - Produtividade de colmos ($t\ ha^{-1}$) das variedades de cana-de-açúcar (●) RB72454, (○) RB857515 e (▼) SP801816 em competição com populações de plantas de *Brachiaria brizantha*. DFT/UFV, Viçosa-MG, 2008/09.

leva ao melhor aproveitamento da energia luminosa e à supressão mais efetiva das plantas daninhas. Acima de 40 plantas m^{-2} do competidor, pode ter ocorrido competição intraespecífica entre as próprias plantas de *B. brizantha*, reduzindo assim o potencial de competição das plantas individuais.

Com base nesses resultados, conclui-se que a infestação de *B. brizantha* interfere nos componentes morfológicos da cana-de-açúcar, com redução da área foliar, do acúmulo de massa seca da parte aérea, do diâmetro e número de colmos, da altura e do número de folhas da cultura. A produtividade média de colmos dos três cultivares avaliados apresentou redução de aproximadamente $60\ t\ ha^{-1}$, quando infestados nas maiores populações da planta daninha; o RB72454 foi o mais afetado pela competição com *B. brizantha*.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afinamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Cienc. Rural**, v. 31, n. 3, p. 401-408, 2001.
- BALLARÉ, C. L. et al. Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. **Plant Cell Environ.**, v. 10, n. 2, p. 551-557, 1987.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Cienc. Rural**, v. 36, n. 5, p. 1380-1387, 2006.
- BJORKMAN, O.; HOLMGREN, P. Photosynthetic adaptation to light intensity in plants native to shaded and exposed habitats. **Plant Physiol.**, v. 19, n. 3, p. 854-859, 1966.
- BJORKMAN, O. Further studies on differentiation of photosynthetic properties in sun and shade ecotypes of *Solidago virgaurea*. **Plant Physiol.**, v. 21, n. 1, p. 84-99, 1968.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 359 p.
- FERREIRA, E. A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005.
- FERREIRA, E.A. et al. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v.26, n.2, p. 261-269, 2008..
- GALON, L. et al. Influência de herbicidas na qualidade da matéria-prima de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 555-562, 2009.
- GALON, L.; AGOSTINETTO, D. Comparison of empirical models for predicting yield loss of irrigated rice (*Oryza sativa*) mixed with *Echinochloa* spp. **Crop Protection**, v.28, n.10, 825–830, 2009.
- HOFFMAN, M.L.; BUHLER, D.D. Utilizing *Sorghum* as a functional model of crop weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Sci.**, v.50, n.4, p.466-472, 2002.
- KUVA, M. A. et al. Período de interferência de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III - capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.
- PANTONE, D.J.; BAKER, J.B. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. **Weed Sci.**, v.39, n.1, p.42-47, 1991.
- PEDROSA, R. M. B. Avaliação dos parâmetros dos colmos da cana-de-açúcar, segunda folha, submetida a níveis de irrigação e adubação. **R. Biol. Ci. Terra**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2005.
- PROCÓPIO, S. O. et al. Manejo de plantas daninhas. In: SANTOS, F. A.; BORÉM, A.; CALDAS, C (Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool = tecnologia e perspectivas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 181-215.
- RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Cienc. Rural**, v.31, n.4, p. 707-714, 2001.



SANTOS, B. R. et al. Estresse ambiental e produtividade agrícola. In: PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. (Eds.). **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. p. 71-91.

SILVA, M. A. et al. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 545-552, 2007.

SIMS, D. A.; KELLEY, S. Somatic and genetic factors in sun and shade population differentiation in *Plantago lanceolata* and *Anthoxanthum odoratum*. **New Phytol.**, v. 140, n. 1, p. 75-84, 1998.

TERUEL, D. A.; SMIDERLE, O. J. Trigo. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. (Eds.). **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: Nobel, 1999. p. 13-40.

WALKER, G. K.; BLACKSHAW, R. E.; DEKKER, J. Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission. **Weed Technol.**, v. 2, n. 2, p. 159-165, 1988.

WIEDENFELD, B. Enhanced sugarcane establishment using plant growth regulators. **J. Am. Soc. Sugarcane Technol.**, v. 23, n. 1, p. 48-61, 2003.