

Análise de crescimento de braquiária cultivada em comunidade com milho e picão-preto

Analysis of growth of brachiaria cultivated in community with corn and picão-preto

Análisis de crecimiento de brachiaria cultivada en comunidad con maíz y picão-preto

Recebido: 21/06/2022 | Revisado: 11/07/2022 | Aceitado: 26/10/2022 | Publicado: 30/10/2022

Josiane Costa Maciel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4714-0388>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: josi-agronomia@hotmail.com

Evander Alves Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4701-6862>
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: evanderaves@gmail.com

Tayna Sousa Duque

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2471-4721>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: taynaduque24@gmail.com

Brenda Thaís Barbalho Alencar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9053-8802>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: barbalhobrenda@gmail.com

Regynaldo Arruda Sampaio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3214-6111>
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
E-mail: regynaldo@terra.com.br

Maria Sebastiana Carmino da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4413-5156>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: mariacarmino17@gmail.com

Cássia Michelle Cabral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4730-4509>
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: mtchells@gmail.com

Resumo

O crescimento, tanto das culturas quanto da braquiária e o picão-preto, depende da habilidade dessas espécies em extrair os recursos do ambiente em que vivem e, na maioria das vezes, o suprimento desses recursos é limitado. Nesse contexto, se a habilidade competitiva da planta infestante for superior poderá manifestar o potencial de supressão das culturas sobre plantas concorrentes. A competição pode ser intra-específica, ocorrendo entre indivíduos de uma mesma espécie, seja ela daninha ou não, e, também, interespecífica, envolvendo indivíduos de espécies diferentes. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da competição das espécies milho e picão-preto e a combinação das duas em diferentes densidades no crescimento do braquiária, buscando informações sobre a cultura e as plantas daninhas a fim de subsidiar estratégias de manejo. Nesse sentido, O experimento foi montado no delineamento de blocos casualizados utilizando-se o esquema fatorial 2 x 5, ou seja, fator A representado a comunidade 1) *Urochloa brizantha* (braquiária) + milho e a comunidade 2) *Urochloa brizantha* (braquiária) + milho + *Bidens pilosa*. O fator B representado por 5 densidades e quatro repetições. O crescimento da braquiária foi afetado negativamente pelas duas combinações testadas, destacando-se que nesse trabalho plantas de braquiária competia com densidades crescentes de plantas da mesma espécie e densidades crescentes de plantas de picão-preto ou a combinação das duas espécies picão-preto e braquiária.

Palavras-chave: *Urochloa brizantha*; *Bidens pilosa*; Habilidade competitiva; Milho.

Abstract

The growth of both crops and Brachiaria and the Picão-preto depends on the ability of these species to extract resources from the environment in which they live and, in most cases, the supply of these resources is limited. In this context, if the competitive ability of the weed is superior, it may manifest the potential for crop suppression over competing plants. Competition can be intraspecific, occurring between individuals of the same species, whether weed or not, and also interspecific, involving individuals of different species. Thus, the objective of this work was to evaluate the effects of competition between the species corn and Picão-preto and the combination of the two at different densities on the growth

of *Brachiaria*, seeking information about the crop and weeds in order to subsidize management strategies. In this sense, the experiment was set up in a randomized block design using the 2 x 5 factorial scheme, that is, factor A representing the community 1) *Urochloa brizantha* (brachiaria) + corn and the community 2) *Urochloa brizantha* (brachiaria) + corn + *Bidens pilosa*. Factor B represented by 5 densities and four replications. The growth of *Brachiaria* was negatively affected by the two combinations tested, highlighting that in this work, *Brachiaria* plants competed with increasing densities of plants of the same species and increasing densities of *Picão-preto* plants or the combination of the two species of *Picão-preto* and *Brachiaria*.

Keywords: *Urochloa brizantha*; *Bidens pilosa*; Competitive ability; Corn.

Resumen

El crecimiento de ambos cultivos y *Brachiaria* y el *Picão-preto* depende de la capacidad de estas especies para extraer recursos del medio en el que viven y, en la mayoría de los casos, el suministro de estos recursos es limitado. En este contexto, si la capacidad competitiva de la maleza es superior, puede manifestar el potencial de supresión de cultivos sobre las plantas competidoras. La competencia puede ser intraespecífica, ocurriendo entre individuos de la misma especie, sea maleza o no, y también interespecífica, involucrando individuos de diferentes especies. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la competencia entre las especies maíz y *Picão-preto* y la combinación de las dos en diferentes densidades sobre el crecimiento de *Brachiaria*, buscando información sobre el cultivo y las malezas para subsidiar las estrategias de manejo. En este sentido, el experimento se montó en un diseño de bloques al azar utilizando el esquema factorial 2 x 5, es decir, el factor A representa la comunidad 1) *Urochloa brizantha* (brachiaria) + maíz y la comunidad 2) *Urochloa brizantha* (brachiaria) + maíz + *Bidens pilosa*. Factor B representado por 5 densidades y cuatro repeticiones. El crecimiento de *Brachiaria* fue afectado negativamente por las dos combinaciones probadas, destacándose que en este trabajo, las plantas de *Brachiaria* compitieron con densidades crecientes de plantas de la misma especie y densidades crecientes de plantas de *Picão-preto* o la combinación de las dos especies de *Picão-preto* y *Brachiaria*.

Palabras clave: *Urochloa brizantha*; *Bidens pilosa*; Capacidad competitiva; Maíz.

1. Introdução

A *Urochloa brizantha* é uma espécie forrageira e em muitos casos infestante em diversas culturas, sendo também usada nos sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta juntamente com a cultura do milho ou do sorgo. Fisiologicamente caracteriza-se como uma espécie de ciclo C4 altamente eficiente no uso da água, bem como altamente eficiente na absorção de água devido ao seu sistema radicular altamente volumoso e capacidade de associação com fungos micorrízicos arbusculares.

O crescimento, tanto das culturas quanto das plantas associadas, depende da habilidade dessas espécies em extrair os recursos do ambiente em que vivem e, na maioria das vezes, o suprimento desses recursos é limitado (Pitelli, 1985). Nesse contexto, a escolha do cultivar com habilidade competitiva superior poderá manifestar o potencial de supressão das culturas sobre plantas concorrentes (Lamego, et al., 2005). As características iniciais presentes na planta que favoreçam o crescimento são determinantes, porque é no período vegetativo que, em geral, se estabelecem as relações definitivas da competição entre plantas cultivadas e não cultivadas (Lamego, et al., 2005).

Braquiária e picão-preto, por serem espécies de ocorrência natural (não cultivadas), possuem variabilidade genética que lhes garante ampla habilidade competitiva da raiz e da parte aérea, em relacionamento com culturas. Essa habilidade ainda é pouco elucidada, muitas vezes com respostas divergentes (Bozsa & Oliver, 1990; Satorre & Snaydon, 1992). Segundo Rizzardi et al. (2001), a severidade da competição da raiz e da parte aérea obviamente dependerá das condições nas quais o estudo é conduzido e do suprimento relativo dos vários recursos potencialmente limitantes. De acordo com os resultados obtidos por Fernández et al. (2002), não houve efeito do arranjo da cultura do milho sobre o crescimento de *Cynodon dactylon* em termos de produção de biomassa acumulada durante o ciclo da cultura; entretanto, a partição da matéria seca para essa invasora variou com o arranjo da cultura.

O gênero *Bidens* apresenta diversas espécies, entre as quais *Bidens pilosa* se destaca em todo o mundo, por ser uma planta daninha bastante agressiva e, ao mesmo tempo, espécie vegetal de elevado valor medicinal, em razão de suas propriedades farmacêuticas. Nos últimos anos, considerado número de trabalhos tem dado destaque a *B. pilosa*, por suas propriedades

fitotóxicas a outras plantas e a microrganismos. Nos campos agrícolas, ela apresenta ampla disseminação, devido às características de rusticidade tanto na produção de propágulos como no uso eficiente dos recursos, principalmente água e nutrientes, e condições edáficas e ambientais (Santos & Cury, 2011).

Estudos sobre competitividade de culturas com plantas daninhas permitem desenvolver estratégias para seu manejo, pois podem definir as características que confirmam maior habilidade competitiva às culturas (Fleck, et al., 2003). Plantas com maiores velocidades de incremento de área foliar, estatura, massa da matéria seca da parte aérea, maior cobertura do solo e interceptação de luz pelo dossel apresentaram maior habilidade competitiva com as plantas daninhas (Fleck, et al., 2003).

De acordo com o exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da competição das espécies milho e picão-preto e a combinação das duas em diferentes densidades no crescimento da braquiária, buscando informações sobre a cultura e as plantas daninhas a fim de subsidiar estratégias de manejo.

2. Material e Métodos

O experimento foi instalado nas dependências da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Diamantina/MG, em ambiente protegido, mantido sob temperatura entre 22 e 27 °C e iluminação natural. As unidades experimentais constaram de vasos plásticos com volume de 12 dm³, perfurados no fundo, contendo Latossolo Vermelho, corrigido e adubado de acordo com a análise, com incorporação do calcário e adubado um mês antes da implantação do experimento.

O experimento foi montado no delineamento de blocos casualizados utilizando-se o esquema fatorial 2 x 5, ou seja, fator A representando a comunidade 1) *Urochloa brizantha* (braquiária) + milho e a comunidade 2) *Urochloa brizantha* (braquiária) + milho + *Bidens pilosa*. O fator B representado por 5 densidades dessas espécies ou seja:

Comunidade 2: densidade 1 (duas plantas de braquiária por vaso - 37 plantas/m²), densidade 2 (2 plantas de braquiária mais uma de milho - 74,00 plantas/m²), densidade 3 (4 plantas de braquiária mais uma de milho - 147,00 plantas/m²), densidade 4 (6 plantas de braquiária mais uma de milho - 221,00 plantas/m²), densidade 5 (8 plantas de braquiária mais uma de milho - 295,00 plantas) e densidade 6 (10 plantas de braquiária mais uma de milho - 360,00 plantas);

Comunidade 3: 1 (uma planta braquiária e uma planta de picão-preto por vaso - 37 plantas/m²), densidade 2 (1 planta de picão-preto, 1 planta de braquiária mais um de milho - 74,00 plantas/m²), densidade 3 (2 plantas de picão-preto; 2 plantas de braquiária mais uma de milho - 147,00 plantas/m²), densidade 4 (3 plantas de picão-preto; 3 plantas de braquiária mais uma de milho - 221,00 plantas/m²) e densidade 5 (4 plantas de picão-preto; 4 plantas de braquiária mais uma de milho - 295,00 plantas), densidade 6 (5 plantas de picão-preto e 5 plantas de braquiária mais uma de milho - 360,00 plantas) utilizando-se o delineamento em blocos casualizados com 3 repetições.

Aos 73 dias após a emergência (DAE) das plantas de milho efetuou-se a medição das seguintes variáveis nas plantas de braquiária: a altura (ALT - mm); o diâmetro (DIA - mm) e análises com clorofilômetro (CLO = µmol/m² folha) na ocasião da coleta (Araújo, et al., 2018). Sendo também realizada a colheita da cultura, as mesmas foram separadas em caules e folhas, sendo em seguida o material foi alocado em sacos de papel e levados a estufa de circulação forçada de ar a 60°C até massa constante. A massa da matéria seca da parte aérea (MSPA - g) e das raízes (MSR - g) foi determinada em balança de precisão. Foram calculadas: a matéria seca total (MST= MSPA+MSR - g); a taxa de crescimento da planta daninha (TCC = MST/número de dias de cultivo - g dia⁻¹); a razão parte área/raiz (RP/R = MSPA/MSR - g); porcentagem de massa seca da parte aérea (%PA = (MSPA/MST)*100); porcentagem da massa seca radicular (%MSR = (MSR/MST)*100) (Araújo, et al., 2018).

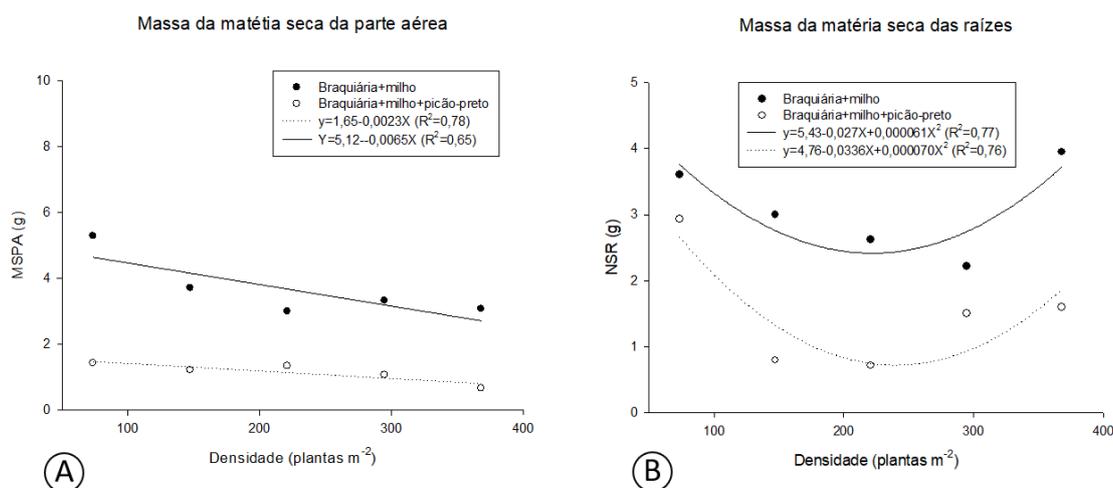
Os dados foram submetidos à análise de variância e interpretados utilizando-se a análise de regressão com significância de 5% pelo teste F.

3. Resultados e Discussão

Observou-se bom ajuste ($P < 0,001$ e $P < 0,005$) entre as características fisiológicas avaliadas e as densidades de plantas, representado por modelos polinomiais lineares e exponenciais.

Plantas de braquiária submetidas à competição intra-específica e inter-específica com picão-preto e a cultura da mandioca mostraram redução linear nos valores da massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) com o incremento da população de plantas. A combinação braquiária+milho+picão afetou mais severamente o crescimento da parte aérea da braquiária em relação ao tratamento no qual a forrageira competia com o milho (Figura 1A).

Figura 1 - A) massa da matéria seca da parte aérea e B) massa da matéria seca das raízes de plantas de braquiária cultivada em combinação com milho e picão-preto.



Fonte: Autores (2022).

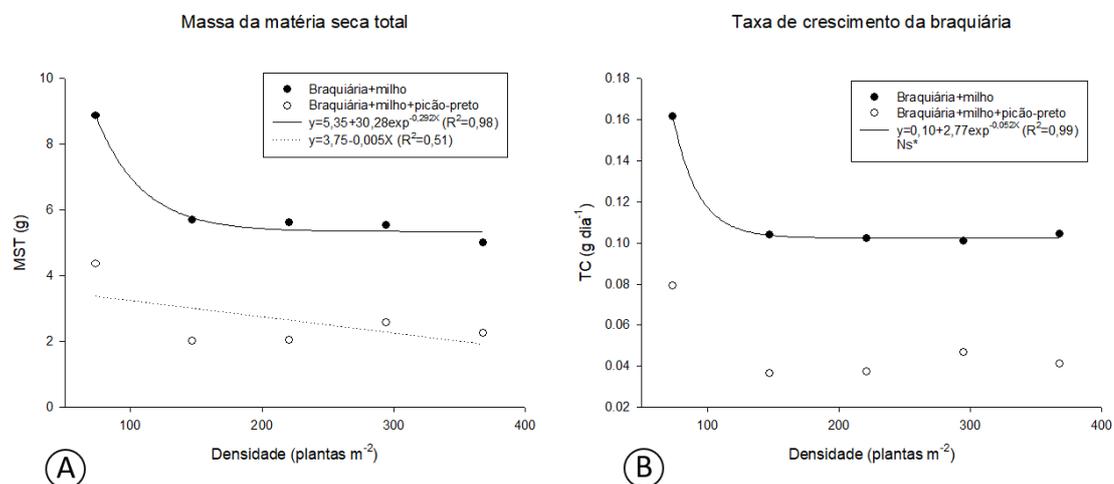
Com relação à massa seca das raízes (MSR) de plantas de braquiária, as duas combinações estudadas apresentaram comportamento semelhante, ou seja, redução no crescimento do sistema radicular em infestação intermediária e elevação nos valores dessa variável nas maiores densidades de plantas. Os valores de MSR foram maiores em todas as densidades de plantas avaliadas na combinação braquiária+milho (Figura 1B).

As raízes podem captar os recursos disponíveis no solo por meio de três processos: interceptação, fluxo de massa e difusão de água e nutrientes (Fitter & Hay, 1992). No caso da água, existem alguns fatores que governam sua disponibilidade para o crescimento da planta: o suprimento, a morfologia, o desenvolvimento da raiz e a fisiologia associada à eficiência de uso da água da planta (Radosevich, et al., 1997). As raízes de plantas vizinhas diminuem a absorção de nutrientes quando as zonas de depleção se justapõem (Green, et al., 1988). Para determinada distância entre raízes, o grau de competição aumenta com o aumento da difusão efetiva, resultando em maior potencial de competição por nitrato do que por potássio (K) ou por íons relativamente imóveis, como o fósforo (P) e o zinco (Zn). O conceito de justaposição das zonas de depleção é menos aplicável para água e nutrientes dissolvidos, como o nitrogênio (N), que são primariamente supridos para as raízes por fluxo de massa (Vogt, et al., 1995).

Nas parcelas onde as plantas de braquiária cresceram em comunidade com milho constatou-se comportamento exponencial decrescente da curva para a massa da matéria seca total (MST), ou seja, redução nos valores da variável em questão com o incremento da densidade de plantas seguida de tendência de estabilização da curva. Dessa forma, o valor de MST nessa combinação variou de 9 g na menor densidade de plantas a aproximadamente 5 g na maior população de plantas. A combinação

braquiária+milho+picão-preto afetou de forma mais dramática o crescimento da braquiária para todas as populações de plantas avaliadas (Figura 2A).

Figura 2 - A) massa da matéria seca total e B) taxa de crescimento da cultura plantas de braquiária cultivada em combinação com milho e picão-preto.

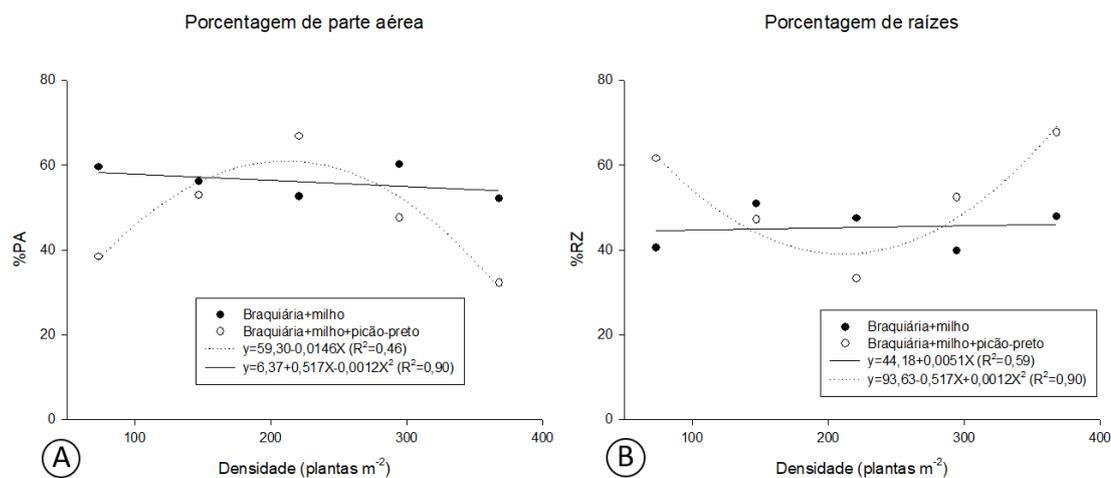


Fonte: Autores (2022).

A taxa de crescimento (TC) da forrageira foi afetada negativamente pelo incremento da densidade de plantas nas duas combinações avaliadas. Destacando-se que a combinação braquiária+milho+picão-preto afetou de forma mais acentuada a TC da braquiária (Figura 2B). O picão-preto se caracteriza como uma espécie altamente competitiva devido a diversas características como a sistema radicular profundo e capacidade de formação de associação com fungos micorrízicos arbusculares, o que torna essa espécie altamente competitiva pelos recursos água e nutrientes (Santos & Cury, 2011). Esse fato pode explicar o menor crescimento das plantas de braquiária no tratamento no qual ela competia com picão-preto em densidades crescentes e proporcionais com outras plantas de braquiária. O picão-preto é considerada uma espécie altamente eficiente no uso da água (Procópio, et al., 2004). O volume de solo explorado pelo sistema de raízes, a eficiência no uso da água e a capacidade de extração da água do solo determinam a capacidade competitiva de uma planta por esse recurso (Procópio, et al., 2004). A resposta mais significativa das plantas ao déficit hídrico consiste no fechamento dos estômatos. Quando as plantas são expostas a situações de déficit hídrico, exibem freqüentemente respostas fisiológicas, que resultam, de modo direto, na economia de água. Assim, a condutância estomática tem relação direta com a disponibilidade hídrica no solo (Bianchi, et al., 2007).

A braquiária crescendo em competição com plantas de milho mostrou pequena redução nos valores de porcentagem de parte aera (%PA) com o aumento da população de plantas, já quando esta espécie se encontrava em comunidade com o picão-preto e o milho mostrou incremento na %PA até aproximadamente a densidade de 200 plantas m⁻², seguida pela redução desses valores até a maior densidade (Figura 3A).

Figura 3 - A) porcentagem de parte aérea e B) porcentagem de raízes plantas de braquiária cultivada em combinação com milho e picão-preto.



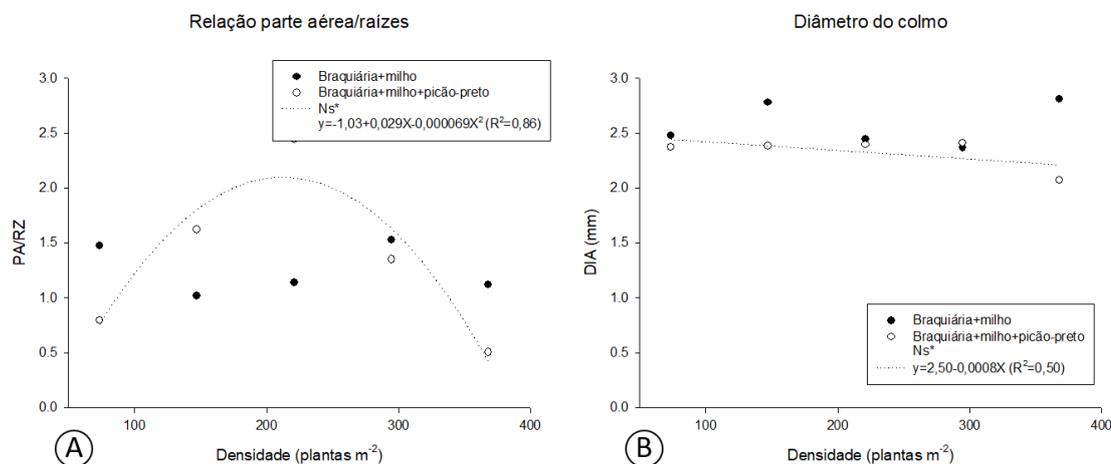
Fonte: Autores (2022).

Com relação a combinação braquiária+milho+picão-preto foi verificado que a porcentagem de sistema radicular (%RZ) apresentou comportamento inverso ao constatado por %PA. Assim a %RZ mostrou decréscimo nas densidades intermediária reduzindo de 60% na menor densidade para cerca de 30% nas densidades intermediária e voltando a se elevar na maior população de plantas avaliada (aproximadamente 65%). Na combinação braquiária+milho constou-se pequena tendência de crescimento nos valores de %RZ com o aumento da densidade de plantas (Figura 3B).

A competição pode ser intra-específica, ocorrendo entre indivíduos de uma mesma espécie, seja ela daninha ou não, e, também, interespecífica, envolvendo indivíduos de espécies diferentes. Entretanto, ocorre também a competição intraplanta ou endocompetição, em que cada órgão ou parte da planta luta pelo fotoassimilado produzido nas fontes (Silva, et al., 2007).

Plantas de braquiária crescendo em competição com milho e picão-preto mostraram incremento na relação parte aérea/raízes (PA/RZ) de braquiária, partindo de um valor correspondente a 0,6, maior proporção de raízes na menor densidade até a densidade de aproximadamente 210 plantas m⁻², sendo o valor dessa variável nesse ponto correspondente a 2, ou seja, as plantas de braquiária nessa densidade apresentaram o dobro de parte aérea, a partir desse ponto constou-se decréscimo da PA/RZ até a última densidade avaliada, onde observou-se o valor de 0,5, nesse ponto a forrageira apresentava o dobro de raízes. Com relação a PA/RZ das plantas de braquiária na combinação braquiária+milho não foi possível o ajuste de qualquer modelo, no entanto, os valores de PA/RZ variaram de 1,5 na menor densidade a 1,2 na maior densidade (Figura 4A).

Figura 4 - A) relação parte aérea/raízes e B) diâmetro do colmo plantas de braquiária cultivada em combinação com milho e picão-preto.

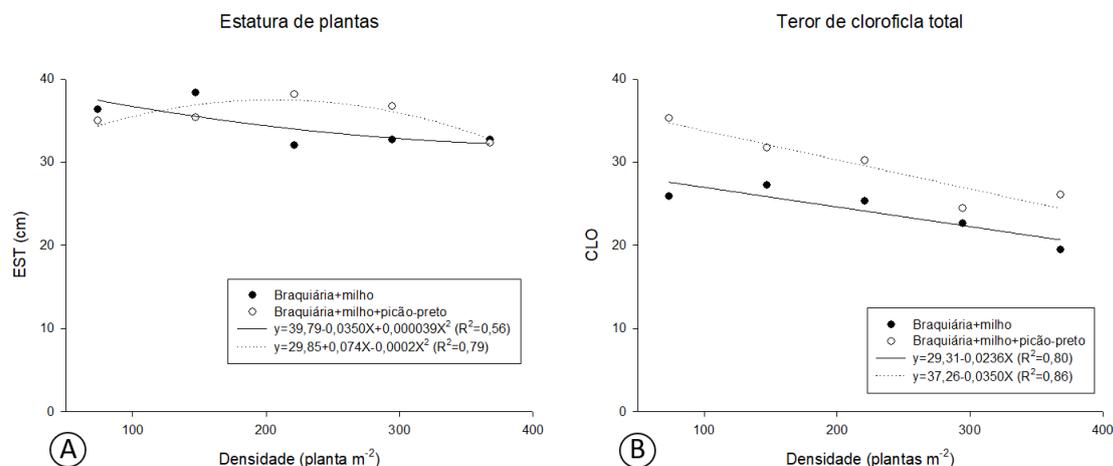


Fonte: Autores (2022).

Com relação ao diâmetro do colmo (DIA) das plantas de braquiária, verificou-se que nas parcelas onde a forrageira foi cultivada em densidades crescentes juntamente com o milho, não foi possível ajustar um modelo adequado, entretanto, nas parcelas onde a forrageira cresceu em combinação com milho e picão-preto constatou-se decréscimo linear do DIA com o aumento da população de plantas (Figura 4B).

Plantas de braquiária crescendo em competição com milho e picão-preto, apresentaram leve acréscimo na estatura (EST) até na densidade intermediária, seguindo de queda nos valores dessa variável nas densidades mais elevadas de plantas (Figura 5A). Quando as plantas estão em condições de sombreamento, a reação natural é favorecer o alongamento da planta em vez do acúmulo de massa (Weller, et al., 1997). Essa resposta está diretamente associada ao balanço de radiação na faixa do vermelho e vermelho-distante percebidos pelos fitocromos que se interconvertem entre as duas formas, fazendo com que a planta se alongue para escapar do sombreamento e, após, assume crescimento mais generalizado e homogêneo, com acúmulo de massa proporcional ao seu tamanho. Várias espécies de plantas daninhas e culturas comerciais alteram a taxa fotossintética em diferentes níveis sob mesmas condições ambientais (Procópio, et al., 2004).

Figura 5 - A) estatura de plantas e B) teor de clorofila total plantas de braquiária cultivada em combinação com milho e picão-preto.



Fonte: Autores (2022).

Entretanto, quando a espécie gramínea se desenvolveu em combinação com a cultura do milho constatou-se decréscimos nos valores de EST à medida que se aumentou a população de plantas (Figura 5A).

Com relação à variável fisiológica teor de clorofila total (CLO) braquiária, verificou-se comportamento linear decrescente para as duas combinações de plantas testadas, sendo que essa variável foi mais afetada negativamente quando a braquiária cultivada em densidades crescentes se desenvolveu juntamente com a cultura (Figura 5B). A redução nos teores de CLO nas plantas de braquiária pelo aumento da intensidade de competição pode explicar o decréscimo no crescimento dessas plantas, considerando-se que a atividade fotossintética afeta diretamente o ganho de biomassa das plantas. Galon et. al. (2012), trabalhando com biótipos de buva (*Conyza bonariensis*) em densidades crescentes verificaram que a taxa fotossintética (A) apresentou redução gradual nos dois biótipos estudados; a taxa de redução foi muito próxima para ambos os biótipos, embora o biótipo resistente tenha apresentado maiores taxas de redução em função do aumento na competição.

4. Conclusão

O crescimento da braquiária foi afetado negativamente pelas duas combinações testadas, destacando-se que nesse trabalho plantas de braquiária competia com densidades crescentes de plantas da mesma espécie e densidades crescentes de plantas de picão-preto ou a combinação das duas espécies picão-preto e braquiária. Assim a combinação mais danosa para as plantas de braquiária foi quando a mesma cresceu em comunidade com picão-preto e milho, destacando-se também que a competição inter e intra-específica, ou seja, a braquiária foi afetada de forma mais negativa quando em competição, o milho e densidades crescentes de picão-preto e braquiária simultaneamente em relação ao tratamento onde a forrageira competia com o milho e densidades crescentes de plantas dessa espécie. Estudos futuros sobre competição inter e intra-específica com foco na produtividade e exigindo cuidados intensivos no controle da infestação por plantas daninhas, são importantes para compreensão dos processos competitivos envolvidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e as bolsas concedidas.

Referências

- Araújo, K. C., Silveira Júnior, M. A., Ferreira, E. A., Silva, E. B., Pereira, G. A. M., Silva, D. V., & Lima, R. C. (2018). Crescimento do feijoeiro sob efeito de adubação e competição com plantas daninhas. *Nativa, Sinop*, 6(1), 20-26. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i1.4686>
- Bianchi, C. A. M., Bergonci, J. I., Bergamaschi, H., Dalmago, G., A., Heckler, B. M. M., & Comiran, F. (2007). Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. *Ciência Rural*, 37(2), 315-322.
- Bianchi, M. A., Fleck, N. G., & Lamego, F. P. (2006). Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. *Ciência Rural*, 36(5), 1380-1387.
- Bozsa, R. C., & Oliver, L. R. (1990). Competitive mechanisms of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybean (*Glycine max*) during seedling growth. *Weed Science*, 38(45), 344-350.
- Cousens, R. (1991). Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. *Weed Technology*, 5(3), 664-673.
- Fernández, O. N., Vignolio, O. R., & Requesens, E. C. (2002) Competition between corn (*Zea mays*) and bermudgrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. *Agronomie*, 22(1), 293-305.
- Fitter, A. H., & Hay, R. K. M. (1992). *Environmental physiology of plants*. London: Academic Press.
- Fleck, N. G., Balbinot Jr., A. A. Fleck, N. G., Balbinot Jr., A. A., Agostinetto, D. E., & Vidal, R. A. (2003). Características de plantas de cultivares de arroz irrigado relacionadas à habilidade competitiva com plantas concorrentes. *Planta Daninha*, 21(1), 97-104.
- Galon, L., Ferreira, E. A., Concenço, G., Silva, A. A., Silva, D. V., Silva, A. F., Aspiazú, I. & Vargas, L. Características fisiológicas de biótipos de *Conyza bonariensis* resistentes ao glyphosate cultivados sob competição. *Planta Daninha*, 31(4) 859-866.
- Green, J. D., Murray, D. S., & Stone, J. F. (1988). Soil water relations of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, 36, 740-746.
- Lamego, F. P., Fleck, N. G., Bianchi, M. A., & Vidal, R. A. (2005). Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja I. Resposta de variáveis de crescimento. *Planta Daninha*, 23(3), 405-414.
- Pitelli, R. A. (1985). *Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas*. Belo Horizonte: Informe Agropecuário.
- Procópio, S. O., Santos, J. B., Silva, A. A., Martinez, C. A., & Werlang, R. C. (2004). Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 22(2), 211-216.
- Radosevich, S. R., Holt, J., & Ghersa, C. (1997). *Weed ecology: implications for management*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Rizzardi, M. A., Fleck, N. G., Vidal, R. A., Merotto Jr., A., & Agostinetto, D. (2001). Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. *Ciência Rural*, 31(4), 707-714.
- Santos, J. B., & Cury, J. P. (2011). Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. *Planta Daninha*, 29, 1159-1172.
- Satorre, E. H., & Snaydon, R. W. (1992). A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. *Weed Research* 32(1), 45-55.
- Silva, A. A., Vargas, L., & Ferreira, E. A. (2007). Biologia de plantas daninhas. In: Silva, A. A. E Silva, J. F. (Eds.) *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Vogt, K. A., Vogt, D. J., & Asbjornsen, H. (1995). Roots, nutrients and their relationship to spatial patterns. *Plant Soil*, 168(1), 113-123.
- Weller, J. L., Murfet, I. C., & Reid, J. B. (1997). Pea mutants with reduced sensitivity to far-red light define an important role for phytochrome A in day-length detection. *Plant Physiology*, 114(4), 1225-1236.