



Núcleo de Meio Ambiente
Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá
Belém, Pará, Brasil

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

Jhansley Ferreira Mata

Universidade do Estado Minas Gerais
jhansley.mata@uemg.br

Eduardo Andrea Erasmo Lemus

Universidade Federal do Tocantins
erasmolemus@uft.edu.br

Susana Cristine Siebeneichler

Universidade Federal do Tocantins
susana@uft.edu.br

Vanesca Korasaki

Universidade do Estado Minas Gerais
vanesca.korasaki@uemg.br

Heytor Lemos Martins

Universidade do Estado Minas Gerais
heytor.martins@uemg.br

Recebido em: 2020-04-18

Avaliado em: 2020-07-15

Aceito em: 2021-09-07

PRODUÇÃO DA CULTURA DA SOJA EM CONSÓRCIO COM A *Urochloa brizantha* CV. BRS PIATÃ SOB DIFERENTES DENSIDADE E ÉPOCA DE SEMEADURA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produção da cultura da soja transgênica em consórcio com diferentes densidades de *Urochloa brizantha* cv BRS Piatã. O experimento foi realizado na safra agrícola de 2009/10, na fazenda experimental da UFT, Campus Gurupi-TO. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado, em esquema fatorial de 2X5, com quatro repetições. A semeadura da *U. brizantha* cv. BRS Piatã ocorreu em duas épocas, correspondendo a 20 e 30 dias, após a emergência da soja, com cinco densidades (0, 3, 6, 9 e 12 kg de semente ha⁻¹). Foram avaliados aos 35, 50, 65 e 80 dias após o plantio: altura de planta; diâmetro do caule; massa seca da parte aérea e peso de 100 grãos. Todas as densidades de semeadura de *U. brizantha* cv. BRS Piatã em consórcio com a cultura da soja acarretaram a redução do crescimento e da produtividade da cultura da soja, considerando a diminuição de até 5% da produtividade, deve-se utilizar densidade de até 4 kg ha⁻¹. As variáveis de soja mais afetadas pela presença da *U. brizantha* cv. Piatã em ordem decrescente foram massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule, produtividade e peso de 100 grãos. Recomenda-se para uma menor perda de produtividade e melhor crescimento da soja RR, observando a competição interespecífica, o agropecuarista deve semear a braquiária Piatã aos 30 dias após a emergência da soja e na densidade de até 4 kg ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Santa Fé, Produtividade, Competição, *Urochloa Brizantha*, Parâmetros Fitotécnicos.

PRODUCTION OF SOYBEAN CULTURE IN CONSORTIUM WITH *BRAQUIÁRIA BRIZANTA* CV. BRS PIATÃ UNDER DIFFERENT DENSITY AND SEEDING TIME

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the growth and production of the transgenic soybean crop intercropped with different densities of *Urochloa brizantha* cv BRS Piatã. The experiment was carried out in the 2009/10 agricultural season, at the UFT experimental farm, Campus Gurupi-TO. The experimental design used was randomized blocks, in a 2X5 factorial scheme, with four replications. The sowing of *U. brizantha* cv. BRS Piatã occurred in two seasons, corresponding to 20 and 30 days, after soybean emergence, with five densities (0, 3, 6, 9 and 12 kg of seed ha⁻¹). At 35, 50, 65 and 80 days after planting were evaluated: plant height; stem diameter; dry mass of aerial part and weight of 100 grains. All sowing densities of *U. brizantha* cv. BRS Piatã intercropped with the soybean crop caused a reduction in the growth and productivity of the soybean crop, it was only 5% higher in sowing densities above 4 kg ha⁻¹. The competitive effect of the RR M-8766 soybean variety was higher when *U. brizantha* cv. Piatã was sown thirty days, compared to sown 20 days after crop emergence. The soybean variables most affected by the presence of *U. brizantha* cv. Piatã in decreasing order were shoot dry mass, height, stem diameter, yield and weight of 100 grains.

KEYWORDS: Santa Fé System, Productivity, Competition, *Urochloa Brizantha*, Phytotechnical Parameters.

PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE SOJA EN CONSORCIO CON BRAQUIÁRIA BRIZANTA CV. BRS PIATÃ BAJO DIFERENTE DENSIDAD Y TIEMPO DE SIEMBRA

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento y producción del cultivo de soja transgénica intercalada con diferentes densidades de *Urochloa brizantha* cv BRS Piatã. El experimento se llevó a cabo en la temporada agrícola 2009/10, en la finca experimental de la UFT, Campus Gurupi-TO. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar, en un esquema factorial 2X5, con cuatro repeticiones. La siembra de *U. brizantha* cv. BRS Piatã ocurrió en dos temporadas, correspondientes a 20 y 30 días, después de la emergencia de la soja, con cinco densidades (0, 3, 6, 9 y 12 kg de semilla ha⁻¹). A los 35, 50, 65 y 80 días después de la siembra se evaluaron: altura de la planta; diámetro del tallo; masa seca de parte aérea y peso de 100 granos. Todas las densidades de siembra de *U. brizantha* cv. BRS Piatã intercalado con el cultivo de soja provocó una reducción en el crecimiento y la productividad del cultivo de soja, fue solo un 5% mayor en densidades de siembra superiores a 4 kg ha⁻¹. El efecto competitivo de la variedad de soja RR M-8766 fue mayor cuando *U. brizantha* cv. Piatã se sembró 30 días, en comparación con 20 días después de la emergencia de la cosecha. Las variables de soja más afectadas por la presencia de *U. brizantha* cv. Piatã en orden decreciente fueron la masa seca de los brotes, la altura, el diámetro del tallo, el rendimiento y el peso de 100 granos.

PALABRAS CLAVES: Sistema Santa Fé, productividad, competencia, parámetros fitotécnicos.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o segundo lugar na produção mundial de soja (*Glycine max* (L.), com aproximadamente 36.847,6 milhões de hectares plantados na safra 2019/2020 (CONAB, 2020). A cultura da soja junto com a canola ocupa lugar de destaque como fonte de óleo comestível (SARDANA et al., 2017).

Essa representatividade no cenário mundial é possível pelo avanço tecnológico fomentado pela pesquisa para a produção desse grão (e.g. HAMAWAKI et al., 2019; SERAFIM et al., 2019). Dentre as pesquisas se encontra o sistema integração lavoura e pecuária (ILP), onde é realizado a reforma de pastagem, por meio do consócio entre culturas de produção. A exemplo tem-se o consócio de braquiária com milho (FREITAS et al., 2005; SOUSA et al., 2015), feijão (CARVALHO et al., 2012, 2013) e soja (KRUTZMANN et al., 2013; ERASMO et al., 2017).

Dentro do ILP destaca-se o Sistema Santa Fé, fundamentado na produção consorciada de culturas de grãos com forrageiras tropicais, de preferência as do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), que tem como objetivo produção de pastagens e silagem para a entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o sistema de semeadura direta (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Na integração lavoura e pecuária, assim como em qualquer sistema produtivo, pode ocorrer competição entre as espécies, levando a diminuição na produtividade. A competição é um fator importante, pois regula as populações de plantas e modula as comunidades em paisagens agrícolas (SCHUSTER et al., 2020). Diante do exposto, verifica-se que a presença de duas espécies crescendo próximas pode acarretar na competição intra-específica, portanto deve-se considerar os fatores envolvidos no balanço competitivo, que é dependente de fatores ligados à comunidade infestante (composição

específica, densidade e distribuição), à própria cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantas, assim como as direções das linhas de plantio) (SARDANA et al., 2017) e a época e extensão do período de convivência.

As exigências ecológicas e fisiológicas diferenciadas das espécies de planta daninhas presentes na área de cultivo, associada à sua densidade acarretam reduções diferenciadas na produtividade da cultura. Além disto, as plantas daninhas esgotam recursos limitados essenciais ao crescimento das culturas, sendo que o consócio pode além de levar a perda de rendimento, acarretar maior custo de produção e menor qualidade do produto (SARDANA et al., 2017).

Os programas de melhoramento da soja são direcionados para a seleção de características como rendimento e resistência a pragas e doenças, com pouca ou nenhuma atenção a competição de plantas daninhas (SALADO-NAVARRO et al., 1993; EGLI, 2008). Quando se relaciona a interação das plantas daninhas com a soja, um dos métodos para o aumento de

produção é o uso de herbicidas (OSTEEN, 1993). No entanto, essa nova proposta de integração lavoura-pecuária traz outras perspectivas de cultivo, se por um lado proporciona sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas agrícolas (MILLER et al., 2015), por outro carrega dúvidas sobre a competição entre as plantas que pode levar a uma menor produção da cultura.

Diante desse contexto, o presente trabalho propôs avaliar o crescimento e produção da cultura da soja transgênica M-8766 quando em consócio com diferentes densidades de *U. brizantha* cv. BRS Piatã, semeada em duas épocas após a emergência da soja.

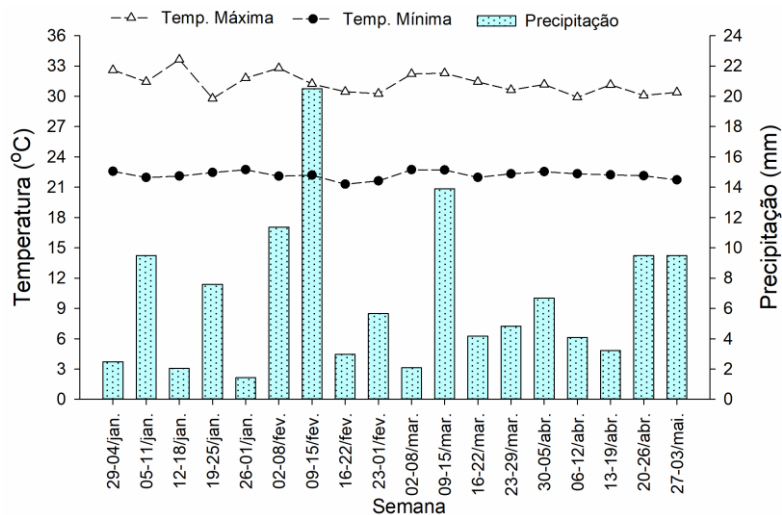
MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* de Gurupi, localizado na região sul do estado do Tocantins, em altitude de 280 metros (11°43'45" latitude sul; 49°04'07" longitude oeste). O clima da área experimental é do tipo Aw Clima Tropical com inverno seco, segundo

classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014), apresentando temperatura e

precipitação média anual de 29,5°C e 1804 mm, respectivamente (Figura 1).

Figura 1. Temperatura média mínima e máxima, e precipitação acumulada durante o ciclo da cultura no ano agrícola 2009/2010. Gurupi – TO.



Fonte: INMET (2010).

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico típico (EMBRAPA, 2018) com

características químicas que foi analisado no Laboratório de Solos da UFT – Gurupi (Tabela 1).

Tabela 1 . Análise química do solo, na profundidade de 0-20 cm. Gurupi/TO. Safra 2009/10. Íon Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{2+}), Alumínio (Al^{+3}), Hidrogênio (H^{+}), Fósforo de mel (P^{-2}), Potássio (K^{+}), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Saturação por bases (V%) e Material Orgânico (M.O).

| pH | Ca^{+2} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) | Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) | Al^{+3} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) | $\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+}$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) | P^{-2} (mel.) (mg dm^{-3}) | K^{+} (mg dm^{-3}) | CTC ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) | V (%) | MO (%) |
|-----|---|---|---|--|---|---|--|-------|--------|
| 4,7 | 2,1 | 0,4 | 0,2 | 2,7 | 7,1 | 51,6 | 2,8 | 49 | 1,9 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2010).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado, em esquema fatorial de 2x5, com quatro

repetições, correspondendo a duas épocas de semeadura da *U. brizantha* cv. BRS Piatã (20 e 30 dias, após a

emergência – DAE, da soja cultivar RR M-8766) e cinco densidades de semeadura de braquiária (0, 3, 6, 9 e 12 kg de semente ha⁻¹). A semeadura da soja foi realizada no dia 30 de dezembro de 2009 por meio de uma semeadora adubadora modelo semeado plantio direto - SHM 11/13, com espaçamento entre fileiras de 0,40 m e densidade de 30 plantas por m² (12 plantas por metro linear), correspondendo a uma população de 300.000 plantas ha⁻¹.

As sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. Anteriormente a semeadura foi realizada uma adubação com 600 kg ha⁻¹ de 0-20-20, conforme recomendação (CFSEMG, 1999), sem realizar a correção do solo. A emergência das plântulas ocorreu no dia 03 de janeiro de 2010. A semeadura da braquiária foi realizada aos 20 e 30 DAE da soja, em sulco a 20 cm de distância da linha da soja, e a 3 cm de profundidade.

Cada unidade experimental constou de uma área de 10 m² (5 m x 2 m), correspondente a 5 fileiras, sendo a área útil para colheita de 4,8 m², compreendendo as três fileiras centrais,

desprezados 0,4 m das bordas. Como controle fitossanitário ao longo do desenvolvimento da cultura foi aplicado 300 g i.a. ha⁻¹ do inseticida Tamaron BR (metamidofós 600 g L⁻¹) e para o controle das plantas daninhas foi utilizado a aplicação de 2 L ha⁻¹ de glifosato (480 g L⁻¹) antes da semeadura da braquiária.

Para avaliação do crescimento da cultura da soja, foram colhidas aos 35, 50, 65 e 80 DAP, quatro plantas sequenciais na linha central por parcela, sendo 0,333 metros lineares, nas quais foram determinados: a altura de plantas com auxílio de régua graduada, tomando-se a medida desde o nível do solo até o ápice (com o limbo foliar distendido), o diâmetro do caule por meio de paquímetro digital, a cinco centímetros do solo, e a massa seca da parte aérea após secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C até peso constante.

Para as avaliações da produção, foram coletadas todas as plantas na área útil da parcela, determinando-se o peso de 100 grãos, corrigido à umidade de

13%. A produtividade foi calculada por meio do peso dos grãos coletados na área útil da parcela, expresso em kg ha^{-1} (ANDRADE et al., 2004).

Os dados foram expressos pelas suas médias, sendo estas submetidas à análise de regressão. Os ajustes dos modelos foram feitos com base na sua significância e o coeficiente de determinação (R^2), com base nas recomendações de Venegas e Alvarez (2003). A análise dos resultados foi submetida à análise regressão utilizando o programa estatístico Microcal Origin 6.1.

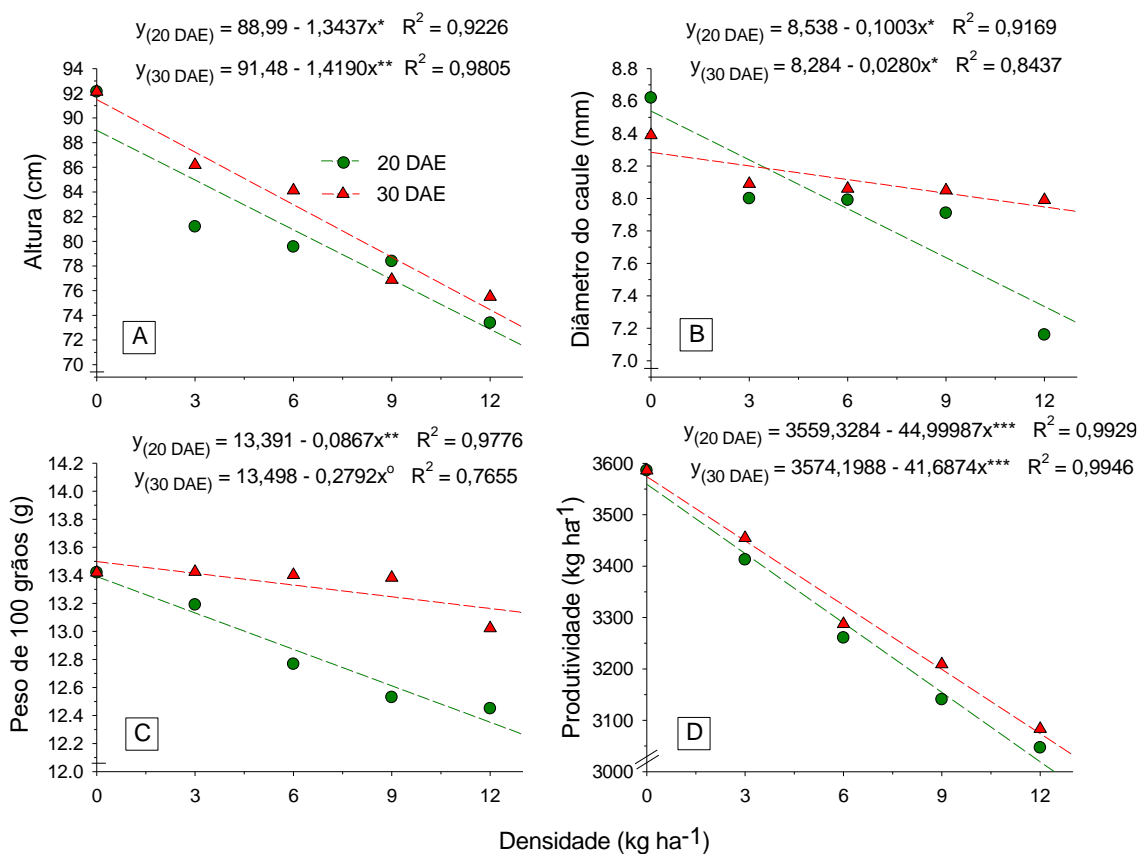
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas de soja evidenciou uma resposta linear decrescente semelhante para as duas épocas de semeadura da gramínea, em função da densidade da semeadura de braquiária, sendo significativo ($0,05 > p \geq 0,01$) quando semeada aos 20

DAE e altamente significativo ($0,01 > p \geq 0,001$) na semeadura de 30 DAE, constatado pelos elevados coeficientes de determinação (R^2) para ambas as semeaduras (Figura 2).

A curva mostra resposta similar para as duas épocas de semeadura, no entanto, é evidente que a semeadura mais precoce (20 DAE) foi mais prejudicial às plantas de soja, representando menor altura quando comparado com a semeadura após 30 DAE. A redução na altura de plantas de soja imposta pelo incremento da densidade de semeadura da braquiária comparada à testemunha foi na ordem de 12%; 14%; 15% e 20%, para as densidades de 3; 6; 9 e 12 kg ha^{-1} , para a época de 20 DAE, respectivamente. Para a semeadura realizada 30 DAE, estas reduções corresponderam a 6,5%; 8,7%; 17% e 18%, para as densidades de 3; 6; 9 e 12 kg ha^{-1} , respectivamente.

Figura 2. A. Altura da Soja (cm), B. diâmetro do caule (mm), C. peso de 100 grãos (g), e D. Produtividade (kg ha^{-1}) em função da densidade de semeadura - D (0, 3, 6, 9 e 12 kg ha^{-1}), de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã semeada em duas épocas (20 e 30 DAE da soja). Gurupi-TO. Safra 2009/2010.



⁰(0,10>p≥0,05) significativo; * (0,05>p≥0,01) significativo; ** (0,01>p≥0,001) altamente significativo; *** (0,001>p) muito altamente significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os coeficientes lineares (b_1) das equações ajustadas indicam que a com o aumento 1,0 kg ha⁻¹ na densidade de semeadura de braquiária tem-se um decréscimo na altura de plantas de soja de 1,34 e 1,41 cm para a semeadura realizada aos 20 e 30 DAE, respectivamente (Figura 2A). A presença de outras espécies convivendo com a cultura da soja promove competição por água, luz, nutrientes e espaço, podendo reduzir a

produtividade a níveis de 73 a 92,5%, em condições de baixa e alta infestação, respectivamente (SILVA et al., 2009).

Este decréscimo em altura provavelmente foi consequência da competição pelos recursos do solo imposta pela braquiária, convivendo mais tempo e em maior densidade com a cultura da soja, uma vez que a cultura se encontrava já em desenvolvimento vegetativo, estágios

V3 e V5 quando ocorreu a semeadura nas épocas de 20 e 30 DAE, respectivamente. Esse é um fator relevante, pois a altura da planta pode estar relacionada a características importantes como o período de enchimento dos grãos (PANTHEE et al., 2007) e produtividade (CHAPMAN et al., 2003), representando diretamente na perda de produção.

Freitas et al. (2006) observaram que o atraso no plantio da soja após dessecação de *Brachiaria plantaginea* acarretou uma redução na estatura das plantas, explicando que, devido à privação de recursos, as plantas de soja foram menos vigorosas ao sofrerem interferência das ervas por período prolongado.

O diâmetro de caule de plantas de soja apresentou redução proporcional ao aumento da densidade de semeadura de braquiária nos dois períodos de semeadura desta, ajustando-se a um modelo de regressão linear decrescente significativo ($0,05 > p \geq 0,01$) com elevados coeficientes de determinação (R^2). Observando-se os coeficientes de

regressão lineares das equações, verifica-se que o efeito da elevação da densidade de braquiária foi muito mais drástico na semeadura realizada aos 20 DAE (Figura 2B). Kluthcouski et al. (2003) verificaram que *B. brizantha* semeada 10 dias após a emergência da cultivar de soja Vencedora, ocasionou perda de rendimento de 22,44%, recomendando a semeadura desta 20 a 30 dias após a emergência da soja. Entretanto, quando semeada junto com a soja, a redução na produção de grãos foi de 80% (SILVA et al., 2005). Pacheco et al. (2008) citam que, na semeadura da braquiária no início da maturação fisiológica da soja (R7), a interferência na produtividade é nula.

A redução no diâmetro do caule de plantas de soja imposta pelo incremento da densidade de semeadura da braquiária comparada à testemunha foi da ordem de 7,19%; 7,31%; 8,24% e 16,94%, para as densidades de 3; 6; 9 e 12 kg ha⁻¹, respectivamente, na semeadura realizada aos 20 DAE, enquanto aos 30 DAE, corresponderam a 3,58%; 3,93%;

4,05% e 4,77%, para as densidades de 3; 6; 9 e 12 kg ha⁻¹, respectivamente.

Os coeficientes b_1 das equações ajustadas nos indicam que para a variação de 1,0 kg ha⁻¹ na densidade de semeadura de braquiária tem-se decréscimo no diâmetro de caule de plantas de soja de 0,10 e 0,03 mm para as épocas de semeadura de 20 e 30 DAE, respectivamente (Figura 2B). Tanto o diâmetro do caule, quanto a altura da planta são características arquitetônicas importantes, pois estão ligadas a resistência ao tombamento (CHEN et al., 2011).

Observou-se um decréscimo no peso de 100 grãos de soja com o aumento da densidade de semeadura da *U. brizantha* nas duas épocas em que esta foi semeada, evidenciando resposta linear decrescente significativa, com coeficientes de determinação superiores a 75% (Figura 2C). O incremento da densidade da braquiária influenciou o de 100 grãos quando foi semeada aos 20 e 30 DAE da soja. Verifica-se maior influência aos 20 DAE, observado pelo maior

coeficiente de regressão linear negativo da equação (Figura 2C).

A produtividade da soja caiu em função do aumento da densidade de semeadura de *U. brizantha*, sendo mais intenso quando ocorreu maior tempo de convivência, ajustando-se a um modelo de regressão linear decrescente altamente significativo ($0,01 > p \geq 0,001$) com elevados coeficientes de determinação (R^2) (Figura 2D).

A estimativa dos coeficientes de regressão linear (b_1) das equações ajustadas indicam que, para cada kg ha⁻¹ de incremento na densidade de semeadura da braquiária, ocorre decréscimo na produtividade da soja na ordem de 45,00 e 41,69 kg ha⁻¹ para as datas de semeadura de 20 e 30 DAE, respectivamente.

Quando se comparam as produtividades da cultura de soja correspondentes as densidades de consórcio com aquela alcançada crescendo sem a presença da gramínea, verificam-se decréscimos de 173,44 (4,8%); 325,24 (9,6%); 445,31 (12,4%) e 539,06 (15,0%) kg ha⁻¹

relativos às densidades de 3, 6, 9 e 12 kg ha⁻¹, respectivamente, para a época de semeadura de 20 DAE. Quando a semeadura da braquiária foi realizada aos 30 DAE estas reduções foram menores, correspondendo a 131,25 (3,7%); 298,69 (8,3%); 376,87 (10,5%) e 502,50 (14,0%) kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2D).

Independentemente da época de semeadura da braquiária, todas as densidades avaliadas promoveram redução na produtividade da soja, porém, superiores a 10% para densidades de semeadura acima de 6 kg ha⁻¹. Utilizando-se a equação ajustada para a produtividade (Figura 2D) observa-se que reduções inferiores a 5% na produtividade de soja, parâmetro este normalmente utilizado na determinação de períodos de interferência, somente são alcançadas com densidades abaixo de 4 kg ha⁻¹, para ambas datas de semeadura da braquiária.

Silva et al. (2005), avaliando a influência da data de semeadura de *B. brizantha* em consórcio com a cultura da soja em experimento conduzido em

vasos, encontraram valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho, com reduções na produção de grãos, por planta, de, aproximadamente, 80, 34, 27 e 15% quando *B. brizantha* emergiu aos 0, 7, 14 e 21 dias em relação à soja, respectivamente.

O período em que outras plantas convivem com a cultura da soja influencia, marcadamente, na produção, Meschede et al. (2004) constataram que a interferência imposta pelas plantas daninhas entre 11 e 68 dias após a emergência da soja provocou queda diária de 6,45 kg ha⁻¹ na produtividade, com redução média de 38%.

Nos estádios de desenvolvimento que a soja se encontrava por ocasião da semeadura da braquiária, se caracterizam por intenso crescimento vegetativo, com investimento significativo na formação de ramos e folhas, atingindo o número máximo de nós no estágio V5. Como citado acima, em um aspecto torna a soja mais competitiva frente à gramínea, também a predispõe a uma maior

sensibilidade à pressão competitiva ocorrida neste período. Destaca-se, ainda, que o período mais crítico de interferência das plantas daninhas sobre a cultura da soja situa-se entre 15 e 45 dias da emergência.

Foi evidente o efeito competitivo imposto pela gramínea, principalmente nas maiores densidades e primeira data de semeadura, explicado pelo maior tempo de convivência e consumo de recursos. Isto induz a afirmar que o efeito competitivo imposto pela braquiária sobre a soja se deu principalmente abaixo da superfície do solo. Semere e Froud-Williams (2001) citam que antes de ocorrer o fechamento do dossel, a competição por recursos do solo é, comparativamente, mais importante do que aquela que ocorre por radiação solar, uma vez que ainda não há limitação de radiação solar de modo a causar prejuízo ao crescimento das plantas.

Bianchi et al. (2006) citam que os recursos disponíveis abaixo da superfície do solo são mais importantes nas relações de competição do que a

radiação solar, durante a fase de crescimento vegetativo das plantas. Desta maneira, a rapidez de ocupação do espaço expressa, principalmente, na formação de raízes será uma das principais características de sucesso das plantas.

A diferença entre as exigências nutricionais das espécies vegetais em convivência manifestará a maior pressão competitiva de uma sobre a outra, principalmente em condições de deficiência. Silva et al. (2009) verificaram vantagem no acúmulo de N, P e K por parte da *U. brizantha* quando semeada simultaneamente com a cultura da soja. No entanto, quando a semeadura da gramínea foi realizada 21 dias após a emergência, o inverso foi verdadeiro.

O estabelecimento inicial da soja lhe deu vantagem quanto à exploração do meio e fechamento do dossel, limitando expressivamente o crescimento da braquiária. No entanto o plantio desta última aos 20 DAE e em maiores densidades influenciaram o crescimento e produtividade da cultura. Densidades superiores a 4 kg

ha⁻¹ de *U. brizantha* ocasionaram reduções na produtividade da soja acima de 5%, semeadas aos 20 ou 30 DAE.

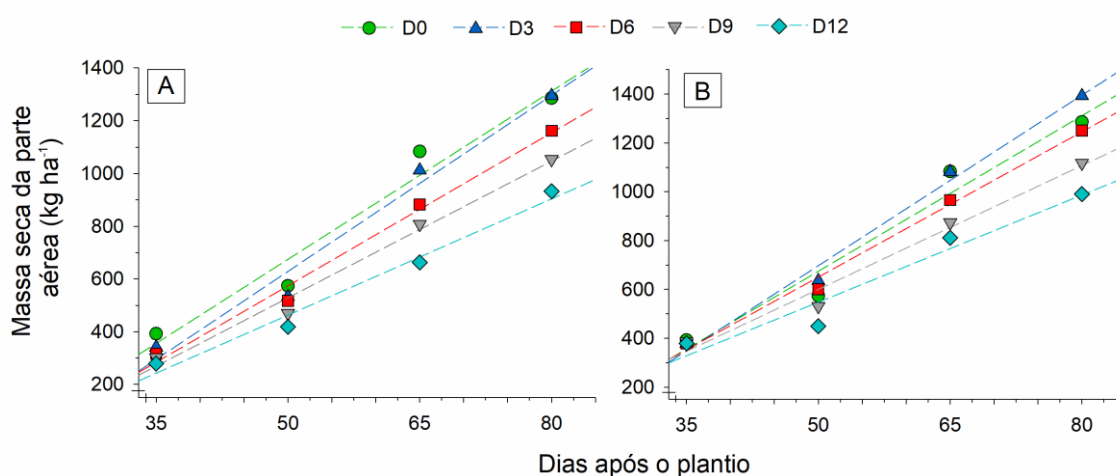
As variáveis de soja mais afetadas pela presença da *U. brizantha* cv. Piatã, em ordem decrescente, foram massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule, produtividade e peso de 100 grãos. Apesar dessa redução, a diversificação das culturas e a integração do gado nos sistemas de cultivo podem melhorar a sustentabilidade econômica e ambiental de sistemas agrícolas (MILLER et al., 2015). Uma forma de minimizar esse efeito seria a seleção de cultivares com maior capacidade competitiva com plantas daninhas (PLACE et al., 2011).

A produção da massa seca de plantas de soja em função do tempo de crescimento, nas diferentes densidades e épocas de semeadura de *B. brizantha*, apresentou correlação positiva com um aumento gradual com coeficiente de regressão linear (b_1) significativo e altamente significativo em função da data de coleta, ajustando-se a equações de regressão linear com elevado coeficiente de determinação (R^2) (Figura 3A, B e Tabela 2).

O incremento na massa seca de plantas de soja nas duas épocas de semeadura da braquiária foi maior à medida que se reduziu a densidade de semeadura, fato comprovado pelo decréscimo do coeficiente de regressão linear das respectivas equações (Tabela 2).

Figura 3. Acúmulo de massa seca da parte aérea da cultura da soja (kg ha⁻¹) em função da densidade de semeadura - D (0, 3, 6, 9 e 12 kg ha⁻¹), de *Urochloa brizantha* cv. BRS

Piatã) semeada em duas épocas (A. 20 e B. 30 DAE da soja). Gurupi-TO. Safra 2009/2010.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2. Equações de regressão e respectivos coeficientes de determinação, ajustadas ao acúmulo de massa seca da parte aérea da cultura da soja em função do tempo de crescimento, quando consorciada com braquiária (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã) em diferentes densidades (0, 3, 6, 9 e 12 kg ha⁻¹) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da cultura da soja). Gurupi-TO, safra 2009/2010.

| ÉPOCA SEMEADURA | DENSIDADE | EQUAÇÃO | R ² |
|-----------------|------------------------|--|----------------|
| 20 DAE | 0 (Test.) ¹ | $\hat{y} = - 388,28567 + 21,25196x^*$ | 0,98066 |
| | 3 | $\hat{y} = - 484,64717 + 22,26116x^*$ | 0,98789 |
| | 6 | $\hat{y} = - 393,85533 + 19,35602x^{**}$ | 0,99457 |
| | 9 | $\hat{y} = - 336,12068 + 17,29003x^{**}$ | 0,99275 |
| | 12 | $\hat{y} = - 272,37691 + 14,70103x^{**}$ | 0,99084 |
| 30 DAE | 0 (Test.) | $\hat{y} = - 388,28567 + 21,25196x^*$ | 0,98066 |
| | 3 | $\hat{y} = - 466,081 + 23,27096x^{**}$ | 0,99511 |
| | 6 | $\hat{y} = - 341,93862 + 19,84884x^{**}$ | 0,99598 |
| | 9 | $\hat{y} = - 244,95594 + 16,90671x^*$ | 0,98957 |
| | 12 | $\hat{y} = - 183,95797 + 14,63654x^*$ | 0,97191 |

¹Test. = Testemunha; * (0,05 > p ≥ 0,01) significativo; ** (0,01 > p ≥ 0,001) altamente significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Valores finais de acúmulo de massa seca de plantas de soja corresponderam a 1285 kg ha⁻¹, quando solteira, e 1294; 1161; 1053 e 932 kg ha⁻¹, quando consorciada com *U. brizantha* nas densidades de

semeadura de 3; 6; 9 e 12 kg ha⁻¹, semeada aos 20 DAE da soja, respectivamente. Para estas mesmas densidades, porém, com a data de semeadura da braquiária realizado 30 DAE, foram registrados acúmulos de 1392,56; 1250,38; 1117,73 e 990,45 kg ha⁻¹, respectivamente.

Decréscimos no acúmulo final de massa seca da soja em relação ao produzido quando esta cresceu solteira foram registrados somente a partir da densidade de 6 kg ha⁻¹, correspondendo a 9,6; 18 e 28%, respectivamente, para a semeadura realizada aos 20 DAE, enquanto aos 30 DAE, corresponderam a 2,72; 13,04 e 22,94%, respectivamente.

Diferentemente ao verificado no presente trabalho, Erasmo et al. (2017) realizando experimento em vasos, com diferentes datas de plantio da *U. brizantha* em consórcio com a cultura da soja, constataram que plantios realizados 12 dias após a soja não comprometeram a biomassa seca de folhas, haste e raízes da cultura.

A resposta da competição da cultura da soja com outras plantas pode ser

em grande parte diferenciada. A exemplo, Rizzardi et al. (2003) verificaram que a planta daninha *Bidens* spp. interferiu mais negativamente na cultura da soja do que *sidarhombifolia*, enquanto Santos et al. (2008) verificaram que a *Brachiaria brizantha* é mais competitiva que *Bidens pilosa*, quando competindo com a soja.

No presente trabalho, conforme descrito nas tabelas 2 de ajustes de equações, os níveis de significância dos valores de t, relativos aos parâmetros associados às variáveis para a soja e braquiária, solteira e em consórcio, foram significativos (0,10>p<0,001) para ambas as densidades nos dois períodos de semeadura, mostrando o efeito da competição da braquiária sobre a soja.

Essa competição também afeta o crescimento da gramínea, em especial na semeadura mais tardia (MATA et al., 2014) evidenciando que a competição ocorre para ambas as espécies.

CONCLUSÃO

Todas as densidades de semeadura de *U. brizantha* cv. BRS Piatã em consórcio com a cultura da soja acarretaram a redução do crescimento e da produtividade da cultura da soja, considerando a diminuição de até 5% da produtividade, deve-se utilizar densidade de até 4 kg ha⁻¹.

As variáveis de soja mais afetadas pela presença da *U. brizantha* cv. Piatã em ordem decrescente foram massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule, produtividade e peso de 100 grãos.

Recomenda-se para uma menor perda de produtividade e melhor crescimento da soja RR, observando a competição interespecífica, o agropecuarista deve semear a braquiária Piatã aos 30 dias após a emergência da soja e na densidade de até 4 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507
- ANDRADE, C. A. B.; PATRONI, S. M. S.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C. A. Produtividade e qualidade nutricional de cultivares de feijão em diferentes adubações. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1077-1086, 2004.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; DILLENBURG, L. R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. *Planta Daninha*, v. 24, n. 4, p. 629-639, 2006.
- CARVALHO, A. J.; CARNEIRO, J. E. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R.; SANTOS, M. G. P. Desempenho do feijoeiro consorciado com espécies de braquiária em função de doses de fluazipof-p-butyl. *Planta Daninha*, v. 30, n. 2, p. 387-394, 2012.
- CARVALHO, A. J.; CARNEIRO, J. E. S.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; AMARO, H. T. R. Estabelecimento inicial de espécies de Braquiária em consórcio com feijoeiro-comum, sob doses reduzidas de fluazipof-p-butyl. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 4, p. 892-902, 2013.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.
- CHAPMAN, A.; PANTALONE, V. R.; USTUN, A.; ALLEN, F. L.; LANDAU-ELLIS, D.; TRIGIANO, R. N.; GRESSHOFF, P. M. Quantitative trait loci for agronomica and seed quality traits in na F₂ and F_{4:6} soybean population. *Euphytica*, v. 129, p. 387-393, 2003.

- CHEN, H.; SHAN, Z.; SHA, A.; WU, B.; YANG, Z.; CHEN, S.; ZHOU, R.; ZHOU, X. Quantitative trait loci analysis of stem strength and related traits in soybean, *Euphytica*, v. 179, p. 485-497, 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: sétimo levantamento safra 2019/2020**. Brasília: CONAB, v. 7, n. 7, 2020.
- EGLI, D. B. Comparison of corn and soybean yields in the United States: historical trends and future prospects. *Agronomy Journal*, 2008. doi: 10.2134/agronj2006.0286c.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos. 5. ed. 2018.
- ERASMO, E. A. L.; GONÇALVES, R. C.; MATA, J. F.; OLIVEIRA, V. A.; BENÍCIO, L. P. Growth of *Brachiaria brizantha* planted at diferente densities and seasons in Santa Fé system with a culture of soybean. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 29, n. 9, p. 658-663, 2017.
- FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. *Planta Daninha*, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.
- FREITAS, S. P.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, C. M. M. Manejo de plantas daninhas no plantio direto da soja (*Glycine max*) sobre o milheto (*Pennisetum maximum*). *Planta Daninha*, v. 24, p. 481-487, 2006.
- HAMAWAKI, R. L.; HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A. P. O.; JULIATTI, F. C.; GLASENAPP, J. S.; HAMAWAKI, C. D. L. New high-yielding conventional soybean adapted to the states of Goiás, Minas Gerais and Mato Grosso, Brazil. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 41, e39913, 2019. doi: 0.4025/actasciagron.v41i1.39913.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas de plantio direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P. A.; TORMENA, C. A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhada de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura-pecuária. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 4, p. 842-851, 2013.
- MATA, J. F.; DOTTO, M. C.; ERASMO, E. A. L.; SIEBENEICHLER, S. C.; SANTOS, G. R.; BIANCO, S. Crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã consorciada com a cultura da soja sob diferentes densidades e épocas de semeadura. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 8, n. 3, p. 377-386, 2014.
- MESCHEDE, D. K.; OLIVEIRA, JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C. A.

- Período anterior à interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004.
- MILLER, Z. J.; MENALLED, F. D.; SAINJU, U. M.; LENSSEN, A. W.; HATFIELD. Integrating sheep grazing into cereal-based crop rotations: spring wheat yields and weed communities. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 1, p. 104-112, 2015.
- OSTEEN, C. Pesticide use trends and issues in the United States. In: D. Pimentel and H. Lehar (eds.). **The pesticide question: environment, economics, and ethics**. 307-336pp. Chapman and Hall, New York, 1993.
- PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.
- PANTHEE, D. R.; PANTALONE, V. R.; SAXTON, A. M.; WEST, D. R.; SAMS, C. E. Quantitative trait loci for agronomic traits in soybean. **Plant Breeding**, v. 126, p. 51-57, 2007.
- PLACE, G. T.; REBERG-HORTON, C.; DICKEY, D. A.; CARTER JR., T. E. Identifying soybean traits of interest for weed competition, **Crop Science**, v. 51, p. 2642-2654, 2011.
- SALADO-NAVARRO, L. R.; SINCLAIR, T. R.; HINSON, K. Changes in yield seed growth traits in soybean cultivars released in the Southern USA from 1945 to 1983. **Crop Science**, v. 33, p. 1204-1209, 1993.
- SANTOS, J. B.; LÁZARI, T. M.; CAMELO, G. N.; OLIVEIRA, T. A.; FIGUEIREDO, J. L. A. Competição entre soja resistente ao glyphosate e plantas daninhas em solo compactado. **Planta daninha**, v. 26, n. 1, p. 123-130, 2008.
- SARDANA, V.; MAHAJAN, G.; JABRAN, K.; CHAUHAN, B. S. Role of competition in managing weeds: an introduction to the special issue. **Crop Protection**, 95, p. 1-7, 2017. doi: 10.1016/j.cropro.2016.09.011.
- SCHUSTER, M. Z.; GASTAL, F.; DOISY, D.; CHARRIER, X.; MORAES, A.; MÉDIÈNE, S.; BARBU, C. M. Weed regulation by crop and grassland competition: critical biomass level and persistence rate. **European Journal of Agronomy**, v. 113, 125963, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125963>.
- SEMERE, T.; FROUD-WILLIAMS, R. J. The effect of pea cultivar and water stress on root and shoot competition between vegetative plants of maize and pea. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, p. 137-145, 2001.
- SERAFIM, M. E.; ZEVIANI, W. M.; ONO, F. B.; NEVES, L. G.; SILVA, B. M.; LAL, R. Reference values and soil quality in áreas of high soybean yield in Cerrado region, Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 195, 104362, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104362>.
- SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; BELO, A. F.; SEDIYAMA, C. S. Caracteres morfológicos de soja e braquiária consorciadas sob subdoses

de fluazifop-p-butil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 277-283, 2005.

SILVA, A. C.; FREITAS, R. S.; FERREIRA, L. R.; FONTES, P. C. R. Acúmulo de macro e micronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergida em diferentes épocas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 49-56, 2009.

SOUSA, J. P. S.; OLIVEIRA JR, F. F. G.; FAGUNDES, J. L.; LIMA, T. S. Métodos

de implantação de *Brachiaria* sp. em consórcio com milho verde. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 875-882, 2015.

VENEGAS, V. H. A.; ALVAREZ, G. A. M. Apresentação de equações de regressão e suas interpretações. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 28-32, 2003.