



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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>.

**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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>. 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.

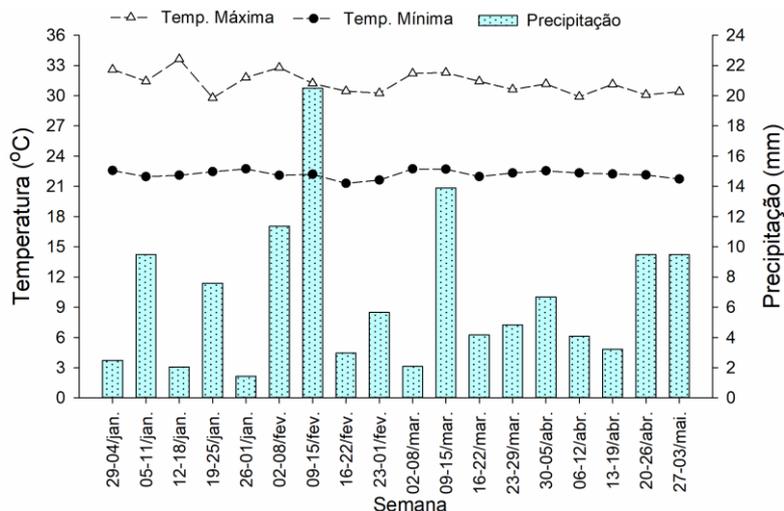
## MATERIAL E MÉTODOS

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 ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ), Hidrogênio ( $\text{H}^{+}$ ), Fósforo de mel ( $\text{P}^{-2}$ ), Potássio ( $\text{K}^{+}$ ), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Saturação por bases (V%) e Material Orgânico (M.O).

pH	$\text{Ca}^{+2}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	$\text{Al}^{+3}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^{+}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	$\text{P}^{-2}$ (mel.) ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	$\text{K}^{+}$ ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	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<sup>-1</sup>). 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 m<sup>2</sup> (12 plantas por metro linear), correspondendo a uma população de 300.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

As sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. Anteriormente a semeadura foi realizada uma adubação com 600 kg ha<sup>-1</sup> 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 m<sup>2</sup> (5 m x 2 m), correspondente a 5 fileiras, sendo a área útil para colheita de 4,8 m<sup>2</sup>, 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<sup>-1</sup> do inseticida Tamaron BR (metamidofós 600 g L<sup>-1</sup>) e para o controle das plantas daninhas foi utilizado a aplicação de 2 L ha<sup>-1</sup> de glifosato (480 g L<sup>-1</sup>) 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  $\text{kg ha}^{-1}$  (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.

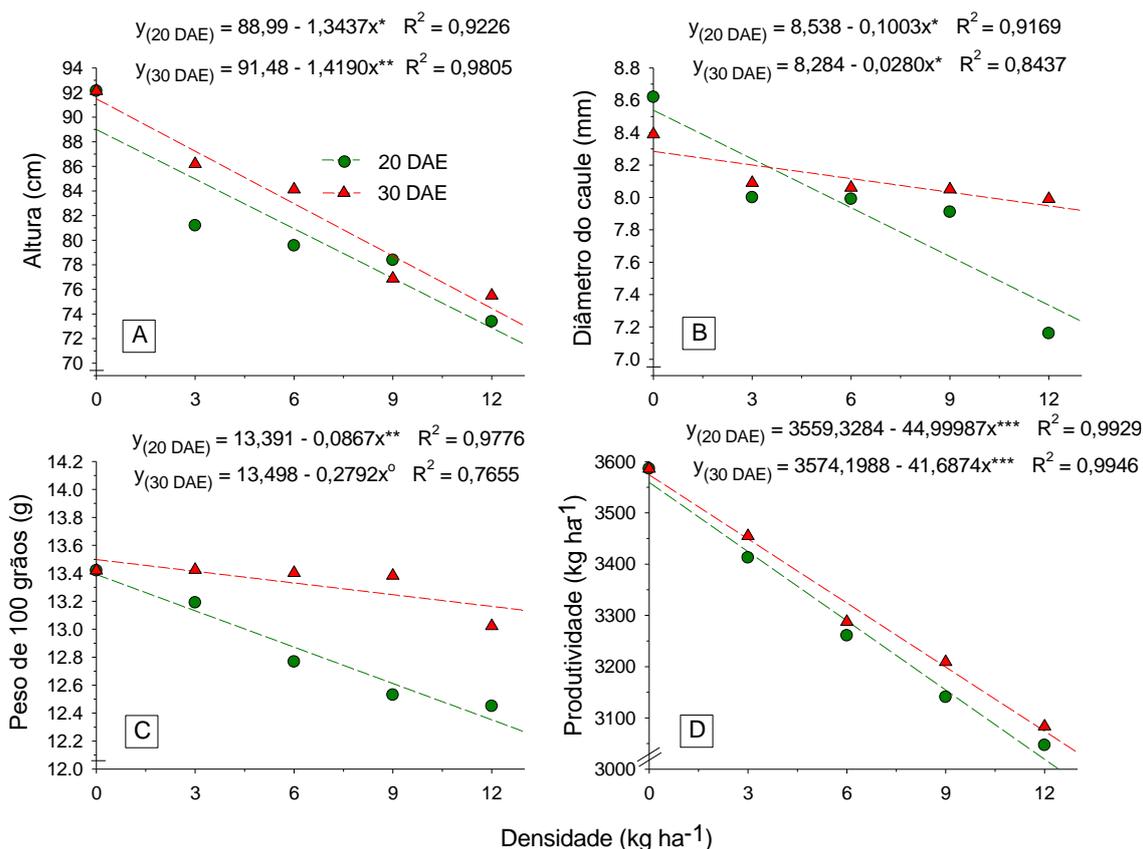
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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  $\text{kg ha}^{-1}$ , 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  $\text{kg ha}^{-1}$ , respectivamente.

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



<sup>0</sup>(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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os coeficientes  $b_1$  das equações ajustadas nos indicam que para a variação de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de incremento na densidade de semeadura da braquiária, ocorre decréscimo na produtividade da soja na ordem de 45,00 e 41,69 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>

relativos às densidades de 3, 6, 9 e 12 kg ha<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de *U. brizantha* ocasionaram reduções na produtividade da soja acima de 5%, semeadas aos 20 ou 30 DAE.

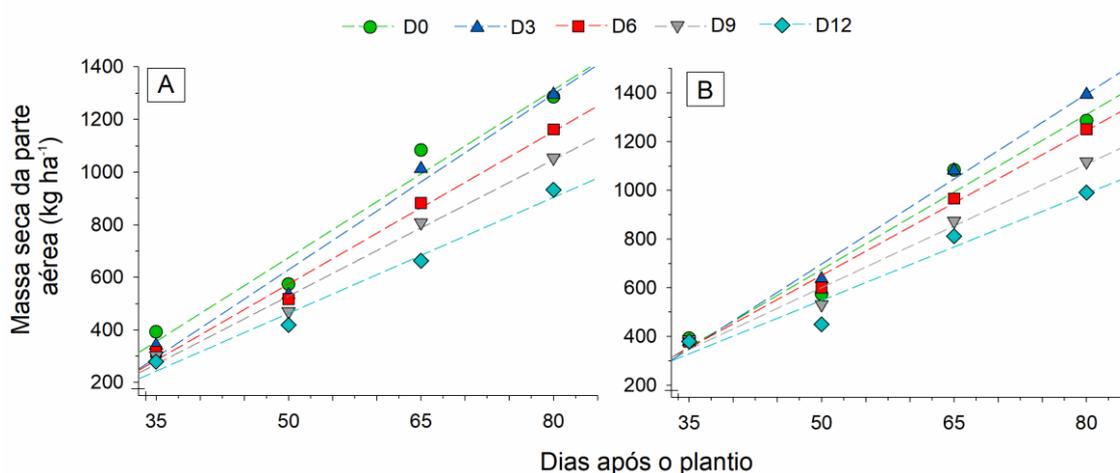
As variáveis de soja mais afetadas pela presença da *U. brizantha* cv. Piatã, em ordem decrescente, foram massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule, produtividade e peso de 100 grãos. Apesar dessa redução, a diversificação das culturas e a integração do gado nos sistemas de cultivo podem melhorar 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<sup>-1</sup>) em função da densidade de semeadura - D (0, 3, 6, 9 e 12 kg ha<sup>-1</sup>), 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<sup>-1</sup>) e épocas de semeadura (20 e 30 DAE da cultura da soja). Gurupi-TO, safra 2009/2010.

ÉPOCA SEMEADURA	DENSIDADE	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>
20 DAE	0 (Test.) <sup>1</sup>	$\hat{y} = - 388,28567 + 21,25196x^*$	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

<sup>1</sup>Test. = 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<sup>-1</sup>, quando solteira, e 1294; 1161; 1053 e 932 kg ha<sup>-1</sup>, quando consorciada com *U. brizantha* nas densidades de

semeadura de 3; 6; 9 e 12 kg ha<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>.

## 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 agronômica and seed quality traits in na F<sub>2</sub> and F<sub>4:6</sub> 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 different 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.