

# Desempenho da sucessão soja/milho influenciado pelo consórcio milho/braquiária, adubação nitrogenada e densidade de plantas

LOCATELLI, J. L.<sup>1</sup>; BALBINOT JUNIOR, A. A.<sup>2</sup>; COELHO, A. E.<sup>3</sup>; SANGOI, L.<sup>3</sup>; BRATTI, F.<sup>4</sup>; SAPUCAY, M. J. L. C.<sup>5</sup>; DEBIASI, H.<sup>2</sup>; FRANCHINI, J. C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFSC, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina-PR, jorgellocatelli@gmail.com; <sup>2</sup>Pesquisador Embrapa Soja;

<sup>3</sup>UDESC, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; <sup>4</sup>UFPR, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo; <sup>5</sup>UEL, Programa de Pós-graduação em Agronomia.

## Introdução

A qualidade do solo no Sistema Plantio Direto (SPD) e a estabilidade de produção das culturas são influenciadas pelo aporte de biomassa no sistema (Franchini et al., 2012; Balbinot Junior et al., 2017). Alta quantidade de palha, com elevada porcentagem de cobertura do solo, é fundamental para a sustentabilidade do SPD, por reduzir a amplitude térmica, melhorar a manutenção hídrica, proteger o solo contra a erosão, reduzir a incidência de plantas daninhas (Balbinot Junior et al., 2008; Carvalho et al., 2013) e melhorar o desempenho agrônômico da soja (Franchini et al., 2015; Balbinot Junior et al., 2017). No Brasil, o consórcio de espécies graníferas com plantas de cobertura no outono/inverno é uma alternativa promissora para elevar a quantidade de palha e a ciclagem de nutrientes no SPD, permitindo maior retorno econômico. Nesse contexto, o consórcio mais promissor no Brasil é o milho segunda safra com espécies de braquiária.

Nas últimas safras, muitos produtores têm optado pela redução ou supressão total da adubação nitrogenada no milho segunda safra, a fim de reduzir custos e o risco inerente à atividade. No entanto, um fato desconsiderado é o possível efeito benéfico da adubação nitrogenada no milho sobre a soja em sucessão. De acordo com Câmara (2014), a aplicação de N mineral em culturas de entressafra da soja pode aumentar a produtividade da oleaginosa, em função da redução da relação C/N da palhada e consequente disponibilização de nutrientes à soja semeada em sucessão, além de potencializar a ciclagem de outros nutrientes.

O aumento da densidade de plantas de milho pode estimular o aprofundamento do sistema radicular e maior acúmulo de biomassa e nutrientes na

parte aérea, o que pode ser intensificado com a adubação nitrogenada de cobertura. O incremento na densidade de plantas de milho também pode possibilitar a mitigação da competição interespecífica exercida pelas plantas que eventualmente são inseridas em consórcio, principalmente espécies de braquiária.

O entendimento das interações entre o consórcio de plantas de milho segunda safra com braquiárias, da aplicação de nitrogênio em cobertura no cereal e da densidade de plantas de milho no sistema produtivo pode contribuir fortemente para a sustentabilidade do sistema de sucessão soja/milho, gerando expressivos benefícios econômicos e ambientais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do consórcio de milho segunda safra com braquiária, da adubação nitrogenada em cobertura e da densidade de plantas de milho sobre o desempenho agrônomo do milho e da soja em sucessão.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra 2018/19 em Londrina, PR (23°12' S, 51°11' O e altitude de 585 m), em um Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas duas modalidades de cultivo, milho solteiro e consorciado com *Urochloa ruziziensis*. Nas subparcelas foram avaliadas duas doses de N em cobertura, 0 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N. Nas sub-subparcelas, avaliou-se quatro densidades de plantas de milho, 40, 60, 80 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>. O tamanho das sub-subparcelas foi de 5 x 8 m (40m<sup>2</sup>) e área útil de 3,2 x 6 m (19,2 m<sup>2</sup>).

O milho segunda safra foi semeado no dia 10 de março de 2018, sobre os resíduos da cultura da soja. Utilizou-se uma semeadora-adubadora com tração tratorizada, a fim de promover a demarcação das linhas de semeadura (espaçamento de 85 cm) e a deposição do fertilizante, o qual foi determinado de acordo com a análise de solo e as recomendações do Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, para uma expectativa de produtividade de 10 Mg ha<sup>-1</sup>. Concomitantemente, efetuou-se a distribui-

ção das sementes da braquiária (densidade de 8 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras e viáveis) na entre linha da cultura do milho, sem o uso de fertilizantes. O milho foi implantado através do uso de semeadoras manuais, depositando três sementes por cova, com a finalidade de garantir a adequada disposição espacial das plantas e a densidade de plantas almejada. Em V2 foi realizado o raleio das plantas de milho, deixando apenas uma planta por cova. A aplicação do N em cobertura foi realizada no estágio V5, na forma de nitrato de amônio.

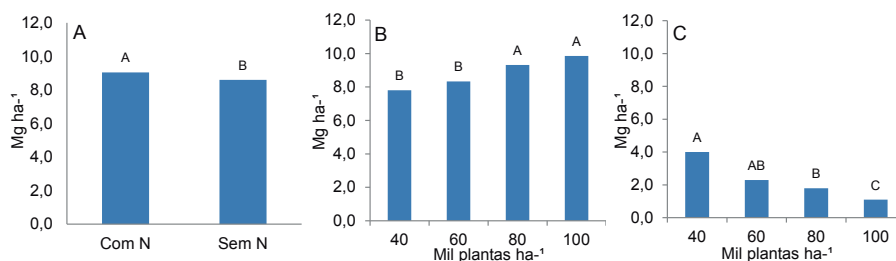
No final de setembro, a braquiária foi dessecada com glifosato (1.080 g e.a. ha<sup>-1</sup>). A cultura da soja foi semeada em 16 de outubro de 2018. Para tal, utilizou-se uma semeadora-adubadora ajustada para o espaçamento de 45 cm e 350 mil sementes viáveis de soja ha<sup>-1</sup>. A cultivar utilizada foi a BRS 1003 IPRO e a adubação foi realizada conforme as recomendações técnicas da cultura. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* no dia da semeadura e as práticas culturais foram realizadas de acordo com as recomendações para as culturas.

Para a determinação da massa seca na maturação fisiológica (R6) do milho, foram coletadas três plantas por unidade experimental, removendo-se os grãos das plantas. Na dessecação pré-semeadura da soja, foram coletadas plantas de braquiária em um metro de fileira por sub-subparcela para estimativa da massa seca acumulada. Quando a soja estava no estágio R2, foram coletadas as plantas em um metro de fileira para determinação da massa seca. As plantas coletadas foram secas em estufa com circulação forçada de ar, até a obtenção de massa constante a 60°C, sendo a massa seca expressa em Mg ha<sup>-1</sup>. A produtividade de grãos foi estimada pela colheita de duas linhas de sete metros de comprimento para o milho e de três linhas para a soja por sub-subparcela, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade e expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise da variância e teste F ( $p \leq 0,05$ ). Quando houve efeito significativo dos fatores experimentais, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

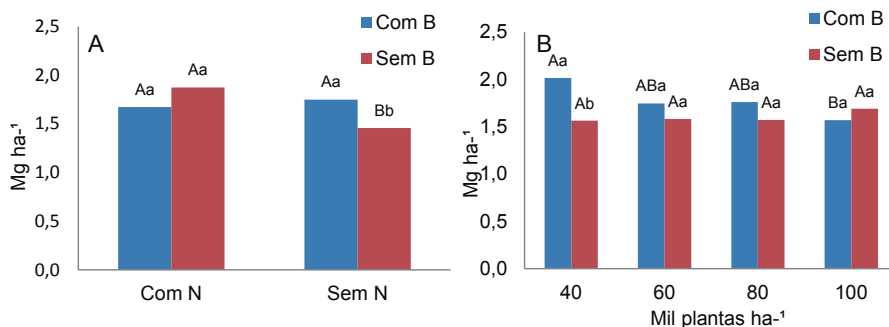
A massa seca (MS) do milho em R6 foi influenciada pela adubação nitrogenada em cobertura e densidade de plantas. Não houve efeito das interações entre os fatores experimentais para essa variável. A adubação nitrogenada em cobertura proporcionou maior produção de MS, contribuindo para uma maior adição de palha ao sistema (Figura 1 A). O uso de nitrogênio em cobertura, além de elevar a quantidade de palha, também reduz a relação C/N, o que pode aumentar a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes ao solo (Momesso et al., 2019). O aumento da densidade de plantas de milho segunda safra proporcionou incremento linear na MS do milho em R6 (Figura 1B). Por outro lado, à medida que se elevou a densidade de plantas de milho, o crescimento da braquiária foi reduzido (Figura 1C), devido ao aumento da competição interespecífica por água, luz e nutrientes. Resultado semelhante foi alcançado por Ceccon et al. (2018), que ao avaliar a produção de MS da cultura do milho submetido à diferentes populações de braquiárias (*Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*), constatou que a medida que a população de braquiária foi superior, houve redução significativa da MS do milho. Adicionalmente, a produção de MS pela braquiária não foi influenciada pela adubação nitrogenada e pelas interações entre os fatores experimentais.



**Figura 1.** Produção de massa seca (MS) pelo milho quando submetida à presença e ausência de adubação nitrogenada (A) e densidades de plantas (B), e MS da braquiária sob densidades de plantas do milho no consórcio (C). Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Londrina, PR.

A MS da soja em R2 foi impactada pela interação entre o consórcio e a adubação nitrogenada e entre o consórcio e a densidade de plantas de milho. Na ausência da adubação nitrogenada no milho, o consórcio do milho com a braquiária promoveu aumento da MS da soja (Figura 2A). Entretanto, com

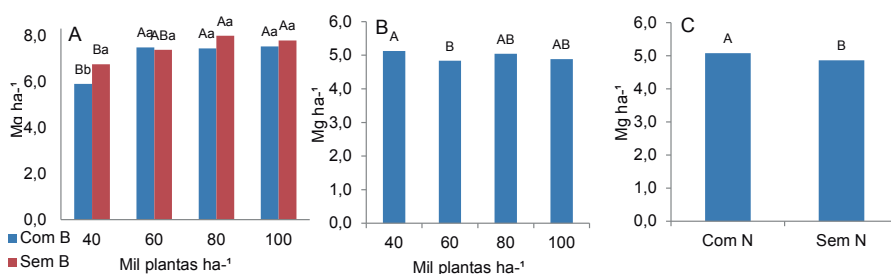
a adubação nitrogenada no milho, o consórcio não influenciou o crescimento da soja em sucessão. Ao avaliar a MS da soja sob as densidades de plantas do milho e o consórcio, constatou-se que o estabelecimento de 100 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  de milho em consórcio com a braquiária promoveu redução da produção de MS pela cultura da soja em relação à densidade de 40 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  de milho (Figura 2B). Do mesmo modo, constatou-se que em condições de densidade reduzida (40 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), a presença da braquiária permitiu maior crescimento da cultura da soja. Ceccon et al. (2018) destacam que o ponto máximo de adição de MS pelas culturas no consórcio nem sempre é o mais interessante, mas sim aquele em que não há redução de produtividade do milho e adequada quantidade de massa seca para a semeadura da soja em sucessão.



**Figura 2.** Produção de massa seca (MS) pela soja em R2 quando submetida à presença e ausência de adubação nitrogenada no milho e ao consórcio do milho com a braquiária (A), e sob densidades de plantas de milho e consórcio do milho com braquiária (B). Médias seguidas por letras iguais, maiúscula para nitrogênio e densidade e minúscula para consórcio com braquiária, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Londrina, PR. Com B=com braquiária. Sem B=sem braquiária.

A produtividade do milho foi impactada pela interação entre a densidade de plantas de milho e o consórcio (Figura 3A). Densidades de plantas inferiores a 60 mil  $\text{ha}^{-1}$  promoveram redução da produtividade da cultura. Quando a densidade foi de 40 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , a presença da braquiária reduziu a produtividade de grãos de milho, em função do maior crescimento da forrageira, possivelmente reduzindo a disponibilidade de recursos do ambiente – água, luz e nutrientes – ao cereal (Figura 3A). A adubação nitrogenada no milho não alterou a produtividade do milho.

Foi observado efeito principal da densidade de plantas de milho (Figura 3B) e adubação nitrogenada em cobertura no milho (Figura 3C), sobre a produtividade da soja. A densidade de 60 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  de milho apresentou menor produtividade em relação a 40 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . A aplicação de 80  $\text{kg ha}^{-1}$  de N no cultivo antecessor à soja elevou a produtividade de grãos da soja. A adubação nitrogenada no milho proporcionou o aumento na adição de MS (Figura 1A), além de uma possível redução da relação C/N, que impacta diretamente na velocidade de mineralização de nutrientes e na disponibilização destes para a cultura subsequente. Na presente pesquisa, a inserção da braquiária em consórcio com o milho não influenciou a produtividade da soja.



**Figura 3.** Produtividade do milho submetido a densidades de plantas e consórcio (A). Produtividade da soja sob densidades de plantas de milho (B), e com e sem aplicação de N no milho segunda safra (C). Médias seguidas por letras iguais, maiúscula para densidade e nitrogênio e minúscula para consórcio com braquiária, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Londrina, PR. Com B=com braquiária. Sem B=sem braquiária.

A adubação nitrogenada no milho segunda safra, que nos últimos anos têm sido reduzidas pelos produtores, em função do alto risco agrometeorológico e baixa resposta da cultura do milho à adubação nitrogenada em segunda safra, pode ser um fator depreciativo no contexto de rendimento do “sistema de produção”. Diferentemente da adubação nitrogenada na soja (Mourtzinis et al., 2018), a adubação nitrogenada no milho proporcionou aumento de, aproximadamente, 220  $\text{kg ha}^{-1}$  na produtividade da soja em relação ao tratamento sem adição de N. Salienta-se que é necessário a continuidade do experimento para a obtenção de resultados mais robustos.

## Conclusão

A aplicação de N no milho segunda safra aumentou a produção de massa seca do cereal, bem como a produtividade da cultura da soja em sucessão.

À medida que se elevou a densidade de plantas de milho, houve aumento na produção de massa seca do milho e redução da massa seca da braquiária.

Densidades de plantas de milho superiores a 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> mitigam o impacto negativo da competição interespecífica exercida pela braquiária sobre o milho em consórcio.

## Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of Brachiaria species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; VEIGA, M. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 569-576, 2008.
- CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica do nitrogênio em soja. **Informações Agronômicas**, v. 147, p. 1-9, 2014.
- CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; NETO, D. de O. A.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônomo de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.
- CECCON, G.; SILVA, J. F.; MAKINO, P. A.; LUIZ NETO NETO, A. Consórcio milho-braquiária com densidades populacionais da forrageira no centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 157-167, 2018.
- FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo da pastagem, épocas de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.1131-1138, 2015.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and growing systems over two decades in Southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012.
- MOMESSO, L.; CRUSCIOL, C. A.; SORATTO, R. P.; VYN, T. J.; TANAKA, K. S.; COSTA, C. H.; FERRARI NETO J.; CANTARELLA, H. Impacts of nitrogen management on no-till maize production following forage cover crops. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 2, p. 639-649, 2019.
- MOURTZINIS, S.; KAUR, G.; ORLOWSKI, J. M.; SHAPIRO, C. A.; LEE, C. D.; WORTMANN, C.; HOLSHOUSER, D.; NAFZIGER, E.D.; KANDEL, H.; NIEKAMPF, J.; ROSS, W. J.; LOFTON, J.; VONK, J.; ROOZEBOOM, K. L.; THELEN, K. D.; LINDSEY, L. E.; STATON, M.; NAEVE, S. L.; CASTEEL, S. N.; WIEBOLD, W. J.; CONLEY, S. P. Soybean response to nitrogen application across the United States: a synthesis-analysis. **Field Crops Research**, v. 215, p. 74-82, 2018.