



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

MASSA DA FOLHA ÍNDICE DE MILHO INOCULADO COM *Azospirillum brasiliense* SOB DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E MANEJO COM BRAQUIÁRIA

Luiz Tadeu Jordão⁽¹⁾; Fábio Francisco de Lima⁽¹⁾; Rodrigo Sakurada Lima⁽¹⁾; Paulo Alexandre Esquaris Moretti⁽¹⁾; Hugo Vinícius Pereira⁽¹⁾; Antonio Saraiva Muniz⁽²⁾ & Maria Cristina Neves de Oliveira⁽³⁾

(1) Estudante de graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, CEP 87020-900, ltjordao@hotmail.com; (2) Professor Associado C, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, CEP 98020-900, asmuniz@uem.br; (3) Pesquisadora Nível A, EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Londrina, PR, CEP 86001-970, mcno@cnpso.embrapa.br;

RESUMO: A região Norte do Paraná, em especial os núcleos regionais de Maringá e Londrina, representam cerca de 30% da produção estadual do milho safrinha. Com objetivo de avaliar a massa da folha índice de folhas de milho em função de doses de nitrogênio, inoculação das sementes e diferentes manejos, foi realizado um experimento de campo em Nitossolo Vermelho distroférico, em Maringá (PR). Utilizaram-se três doses de nitrogênio (25, 50 e 75 kg ha⁻¹), inoculante contendo estirpes de *Azospirillum brasiliense* no tratamento das sementes de milho e dois manejos distintos de milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. Os tratamentos foram arrançados com fatorial nas parcelas (doses de nitrogênio x presença e ausência de *Azospirillum brasiliense*) e em faixa nas subparcelas o milho safrinha (milho solteiro e consorciado com braquiária), sob o delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições dos blocos, totalizando 64 parcelas. A massa da folha índice aumentou linearmente com as doses de nitrogênio utilizadas. Da mesma forma, as médias de todos os tratamentos que receberam a inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* foram maiores que os tratamentos não inoculados. Por outro lado, o manejo não influenciou na massa da folha índice.

Palavras-chave: milho safrinha, bactérias diazotróficas, braquiária.

INTRODUÇÃO

A produção de 2º safra vem expandindo-se de

modo considerável em vários estados do Brasil. Nos últimos cinco anos a produção média foi de aproximadamente 15,9 milhões de toneladas, cerca de 45% do volume total produzido pelo país, sendo o Paraná responsável por 31% da quantidade ofertada (SEAB, 2009).

O cultivo consorciado de milho safrinha com braquiária pode proporcionar quantidade e qualidade ideais de palha para cobertura do solo, proporcionando benefícios às culturas cultivadas em sucessão (CECCON, 2010).

O nitrogênio é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila. Assim, as principais reações bioquímicas em plantas e micro-organismos envolvem a presença do nitrogênio, o que torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas (EPSTEIN & BLOOM, 2005).

Os fertilizantes nitrogenados são um dos insumos de maior custo nos sistemas de produção agrícola. Nos últimos anos, intensificou-se a utilização de biofertilizantes a base de micro-organismos capazes de fixar no solo o nitrogênio atmosférico e disponibilizá-lo para as plantas.

Dentre os micro-organismos diazotróficos encontrados em associações com cereais e gramíneas, destaca-se as bactérias do gênero *Azospirillum*. Estudos mostram que essas bactérias, quando inoculadas às plantas, contribuem para a nutrição e produção de hormônios de crescimento (HARTMAN & ZIMMER, 1994) estimulando o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Avaliaram-se os efeitos de doses de nitrogênio, inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* e diferentes manejos na massa da folha índice do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo no município de Maringá – PR, na propriedade Sítio Santa Luzia, no ano agrícola de 2010. A área experimental possui 0,315 hectares situada na Latitude Sul 23°30'02" e Longitude Oeste 52°04'34" com altitude de 432 m e clima tropical chuvoso (Awa), segundo a classificação de Köppen . O solo foi classificado como Nitossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006), cujas características químicas e granulométricas na profundidade de 0-20 cm eram: pH (CaCl₂ 0,01mol L⁻¹) 5,6; 3,97 cmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al³⁺; 9,06 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 3,22 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,70 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 12,98 cmol_c dm⁻³ de SB; 16,95 cmol_c dm⁻³ de CTC; 76,58% de saturação por bases; 3,9 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 3,37 mg dm⁻³ de S; 14,83 g.dm⁻³ de C; 51,69 mg dm⁻³ de Fe; 9,30 mg dm⁻³ de Zn; 38,72 mg dm⁻³ de Cu; 442,20 mg dm⁻³ de Mn, 68%, 10% e 22%, respectivamente, argila, silte e areia.

A cultivar utilizada foi o híbrido simples DKB 330 YG de ciclo superprecoce, recomendado para diversas regiões do país, incluindo o Paraná. Para o cultivo do milho, adotaram-se dois sistemas: milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*, ambos no preparo direto do solo.

Na semeadura, foram utilizadas três doses de nitrogênio (25, 50, 75 kg ha⁻¹) com testemunha, tendo com fonte Uréia com inibidor da urease (Super N). Os tratamentos também receberam 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, respectivamente.

No tratamento das sementes de milho, foram aplicados inseticidas do grupo neonicotinóide e metilcarbamato de oxima. Posteriormente, parte das sementes de milho foram inoculadas com um produto comercial contendo estirpes de *Azospirillum brasiliense*, na dosagem de 100 mL ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso e os tratamentos em arranjo fatorial nas parcelas (doses de nitrogênio x presença ou ausência de *Azospirillum brasiliense*) e em faixas nas subparcelas o milho safrinha (milho solteiro e consorciado com braquiária) com quatro blocos totalizando 64 parcelas.

A semeadura do milho foi realizada no dia 02/03/2010 utilizando semeadora de tração tratorizada, com cinco linhas, no espaçamento de 0,80 m e com 4,7 plantas por metro linear. Para a semeadura da *Brachiaria ruziziensis*, o plantio foi simultâneo na entrelinha do milho, na mesma

profundidade (3-4 cm), com densidade de 3,3 kg ha⁻¹ de sementes viáveis.

Durante o período do florescimento, foi avaliada a massa da folha índice. Foram escolhidas cinco plantas, na linha central das parcelas, por tratamento para efetuar a coleta das folhas. Essas folhas foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em estufa a 65°C por um período de 72 horas. Posteriormente, aferiu-se a massa das folhas coletadas através de uma balança semi-analítica.

Para as análises estatísticas, utilizaram-se os softwares estatístico SANEST (Sistema de Análise Estatística) para DOS (ZONTA et al. 1982) e SAS (2001). Foram avaliadas todas as pressuposições da análise de variância (ANOVA). Nas comparações múltiplas de médias, foi utilizado teste de Tukey (p • 0,05) e para os fatores em que os níveis eram quantitativos aplicou-se a análise de regressão múltipla.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença significativa dentre os tratamentos em relação ao acúmulo de matéria seca na folha índice do milho, medido. As leituras médias aumentaram linearmente com as doses do fertilizante nitrogenado aplicado (Figura 1).

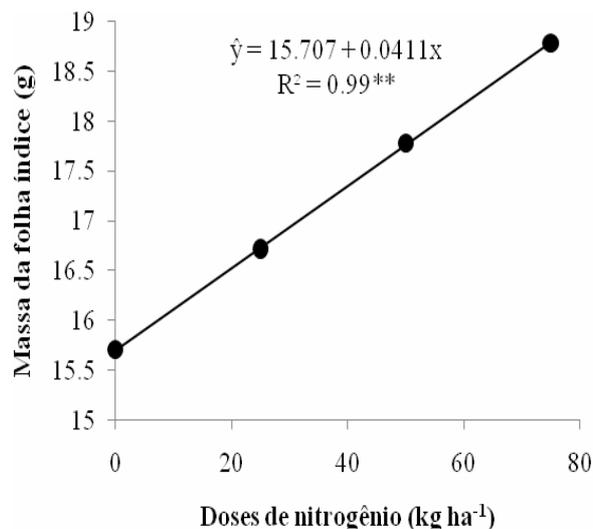


Figura 1. Massa da folha índice em função de doses de nitrogênio aplicadas no solo.

** significativo ao nível de 1%.

Jordan et al. (1950) e Hanway (1963) concluíram que diferenças na fertilidade do solo, em relação ao nitrogênio, resultaram em diferentes taxas de acumulação da matéria seca na planta de milho.

A relação positiva entre o teor de nitrogênio e a massa da matéria seca na folha do milho também foi obtida por Schroder et al. (2000), onde as massas da matéria seca nas folhas foram afetadas pelo teor de nitrogênio disponível, fornecido via adubação.

A relação entre o teor de nitrogênio e o acúmulo

de matéria seca na folha índice do milho é atribuída ao fato de mais de 50% do nitrogênio total da folhas serem integrantes de compostos do cloroplasto e da clorofila das folhas (CHAPMAN & BARRETO, 1997). É evidente a relação entre produção de matéria seca e a quantidade de nitrogênio disponível no solo; isto ocorre basicamente pela maior capacidade que as folhas bem nutridas tem de assimilar CO₂ e sintetizar fotoassimilados, resultando em um maior acúmulo de biomassa (SINCLAIR & HORIE, 1989).

Houve também efeito positivo na inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense*. A média da massa da matéria seca nos tratamentos com a presença da bactéria foi maior que a média dos tratamentos onde não houve inoculação, comprovando a eficiência desse micro-organismo em fixar nitrogênio.

Tabela 2. Massa da folha índice em relação à inoculação.

Azospirillum	
Tratamentos	Médias (g)
Ausência	17,70 a
Presença	16,79 b
CV (%)	4,468

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p • 0,05).

O maior acúmulo da matéria seca obtido e que está relacionada ao uso da *Azospirillum brasiliense*, indica que há uma maior concentração de nitrogênio na folha e, portanto, folhas bem nutridas de nitrogênio tem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese (FERREIRA et al. 1997), resultando em maior acúmulo de biomassa e rendimento de grãos.

Não houve diferença significativa a respeito dos diferentes manejos, independente das doses de fertilizante nitrogenado e da aplicação da bactéria nas sementes de milho.

Tabela 3. Massa da folha índice em relação ao diferentes manejos.

Manejos	
Tratamentos	Médias (g)
Milho Solteiro	17,36 a
Milho + Braquiária	17,32 a
CV (%)	5,693

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (p • 0,05).

São escassas na literatura informações sobre a utilização da bactéria *Azospirillum brasiliense* nos manejos de milho safrinha solteiro e consorciado com forrageiras tropicais.

CONCLUSÕES

A massa da folha índice do milho aumenta linearmente com as doses de nitrogênio aplicadas.

As médias de todos os tratamentos que receberam a inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* são maiores que os tratamentos não inoculados.

O manejo de milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* não influencia na massa da folha índice do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CECCON, G. Desafios no consórcio milho safrinha e braquiária. 2010. Artigo em Hipertexto. Disponível em:

<http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/consorcio/index.htm>. Acesso em: 30/6/2010.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*, Madison, v. 89, n.1, p. 557-562, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro). Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 2ªed. Rio de Janeiro, 2006, 306p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Mineral nutrition of plants: principles and perspective. 2ªed. Sunderland, Sinauer Associates, 2005. 400p.

FERREIRA, A. C. B. Efeitos da adubação com N, Mo, Zn sobre a produção, qualidade dos grãos e concentração de nutrientes no milho. 1997. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.*, Madison, v. 55, p. 487-91, 1963.

HARTMAN, A.; ZIMMER, W. Physiology of *Azospirillum*. In: *Azospirillum-Plant Associations* (Y. OKON, Ed.), p.15-39. CRC Critical Reviews in Plant Science, Boca Raton, 1994.

JORDAN, H.Y.; LAIRD, R.D. and FERGUSON, D.D. Growth rates and nutrient uptake by corn in a fertilizer-spacing experiment *Agron. J.*, Madison, v. 42, p. 261-68, 1950.

SAS – Statistical Analysis System. SAS user's guide: statistics: version 8.2. 6ªed. Cary, 2001.

SCHRÖDER, J.J.; NEETESON, J.J.; OENEMA, O.; STRUIK, P.C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the

state of art. Field Crops Research, v.66, p.151-164, 2000.

SEAB - SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Análise da conjuntura agropecuária: Safra 2009/10, Outubro 2009. Curitiba: SEAB/DERAL, 30 p, 2009.

SINCLAIR, T. R.; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: a review. Crop Sci., Madison, v29, p.90-98, 1989.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Sistema de Análise Estatística – SANEST , Registro no SEI nº066060, UFPEL, Pelotas, 1982, 63p.

