

TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO E CONTEÚDO PROTÉICO EM ESPIQUETAS DE MINIMILHO EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO DAS SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA, NOS PERÍODOS DE VERÃO E DE SAFRINHA

Pedro Henrique Meira Cripa (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Murilo Fuentes Peloso, Felipe dos Santos de Oliveira, Eduardo Gomes Rosa Miranda, Abner Pais dos Santos, Pedro Soares Vidigal Filho (Orientador), e-mail: ra109794@uem.br

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Ciências Agrárias/Maringá, PR.

Grande área: Ciências Agrárias/ **Área:** Agronomia/ **Sub-Área:** Fitotecnia

Palavras-chave: FBN, Inoculante, *Zea mays* L.

Resumo:

O estudo objetivou avaliar o teor foliar de nitrogênio (TFN) e o conteúdo protéico (CPB) em espiguetas comerciais de minimilho em resposta à inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e à adubação nitrogenada, nos períodos de Verão e de Safrinha, no Noroeste do Paraná. Os ensaios realizados para a obtenção das amostras analisadas foram delineados em blocos completos, com tratamentos casualizados, em esquema fatorial 5x2x2. Os tratamentos constituíram-se da combinação de cinco níveis de inoculante (0,0; 50; 100; 150 e 200 mL 60.000 sementes⁻¹) à base de *A. brasilense*, dois níveis de adubação nitrogenada (0,0 e 140,0 kg N ha⁻¹) e dois períodos de cultivo (Verão e Safrinha), com quatro repetições. O híbrido utilizado foi o de milho pipoca IAC 125. As análises do TFN e do CPB foram realizadas através do método de Kjeldahl e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$), em que os efeitos da adubação nitrogenada e dos anos agrícolas foram comparados mediante o teste t. Os efeitos da inoculação das sementes e suas interações foram analisados pelo teste de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas mediante emprego do software SISVAR. O TFN foi incrementado pela adubação com N, apresentando ainda média superior quando analisado na Safra de Verão em relação à Safrinha. Por sua vez, o CPB foi incrementado significativamente apenas pela adubação com N.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) possui uma ampla gama de utilização, sendo empregado desde indústrias de alta tecnologia, até para o consumo humano e animal. Nesse contexto, uma das formas de utilização da cultura é a produção de minimilho, que é a espiga colhida ainda no estágio R₁ de desenvolvimento (denominada espiguetas), dois a três dias após a protrusão dos estilo-estigmas, quando estes apresentam cerca de 3 cm de comprimento. Tradicionalmente, a cultura do milho apresenta dois períodos distintos de semeadura, denominados “Safra de Verão”, com semeaduras

realizadas entre outubro e dezembro, e “Safrinha”, cuja semeadura é realizada entre os meses de fevereiro e março. A cultura do milho, independentemente da forma de utilização e da época de semeadura, demanda por uma quantidade considerável de nutrientes, sobretudo o nitrogênio, que participa diretamente da composição de aminoácidos, clorofilas, enzimas e proteínas, além de atuar como precursor de diversos fitormônios (MAATHUIS, 2009). Dessa forma, grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados são utilizadas anualmente pelos produtores da cultura, elevando os custos de produção e acarretando em riscos de contaminação ambiental quando utilizado de forma inadequada. Assim, estudos visando o suprimento do nutriente à cultura de forma mais sustentável fazem-se necessários, surgindo como importante alternativa a utilização de bactérias promotoras da fixação biológica de nitrogênio (FBN). A FBN em gramíneas, como o milho, é realizada principalmente por bactérias diazotróficas de vida livre, que são espécies endofíticas facultativas (TAIZ et al., 2017), em que a principal espécie empregada na inoculação de sementes para a cultura do milho é a *Azospirillum brasilense*, que se caracteriza não apenas pela fixação do N como também pela síntese de fitormônios, auxiliando no melhor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, otimizando a absorção e aproveitamento de nutrientes. Entretanto, informações comparando a eficácia da inoculação das sementes combinada com a adubação nitrogenada em períodos distintos de semeadura são escassas na literatura, sobretudo para o cultivo do minimilho. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar o teor foliar de nitrogênio e o conteúdo protéico em espiguetas de minimilho em resposta à inoculação de sementes com *A. brasilense* e adubação nitrogenada, nos períodos de Verão e de Safrinha, no Noroeste do Paraná.

Materiais e métodos

O estudo constituiu-se da análise química do teor foliar de Nitrogênio (TFN) e do conteúdo de Proteína Bruta (CPB) em espiguetas de minimilho. As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Produção, do Núcleo de Pesquisa Aplicada a Agricultura (NUPAGRI). As amostras analisadas foram obtidas de ensaios de campo conduzidos nas Safras de Verão de 2016/2017 e de Safrinha de 2017, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI-UEM), em delineamento de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 5x2x2. Os tratamentos foram constituídos da combinação de cinco níveis de inoculante (0,0; 50; 100; 150 e 200 mL 60.000 sementes⁻¹) à base de *Azospirillum brasilense* (estirpes AbV₅ e AbV₆), dois níveis de adubação nitrogenada (0,0 e 140,0 kg N ha⁻¹), fonte uréia, e dois períodos de cultivo (Verão e Safrinha), com quatro repetições. Para a produção de minimilho, foi utilizado híbrido de milho pipoca IAC 125. Nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada em seu nível máximo (140,0 kg N ha⁻¹), efetuou-se o parcelamento do fertilizante, sendo aplicados 30,0 kg N ha⁻¹ por ocasião da semeadura e 110,0 kg N ha⁻¹ em cobertura, no estágio V₄ da cultura. Quando as plantas atingiram o estágio R₁, coletou-se a folha índice, em 10 plantas aleatórias da área útil de cada

unidade experimental. As folhas foram lavadas com água destilada para retirada de possíveis contaminantes, armazenadas em sacos de papel identificados conforme cada tratamento e secadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até que atingissem massa constante. Por ocasião da colheita do experimento de campo, no estádio R₁ da cultura, foram tomadas, aleatoriamente 50 espiguetas comerciais colhidas na área útil de cada parcela. As espiguetas foram acondicionadas em saquinhos de papel previamente identificados, e secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C. Tanto as amostras foliares quanto as de espiguetas foram trituradas em moinho tipo Willey, armazenadas em recipientes esterilizados, identificados, e hermeticamente fechados. A análise do teor foliar de nitrogênio (TFN) foi realizada através do método de Kjeldahl, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). O conteúdo de proteína bruta (CPB) presente nas amostras secas de espiguetas foi determinado através da mensuração do N total presente nas mesmas, também através do método de Kjeldahl. Após a determinação do N total nas espiguetas, realizou-se a conversão do valor obtido, através do fator 6,25 (CONKLIN-BRITAIN et al., 1999). Os dados TFN e CPB foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e os efeitos da adubação com N e dos anos agrícolas foram comparados mediante o teste t. Por sua vez, os efeitos da inoculação das sementes, tal como as suas possíveis interações, foram analisados pelo teste de regressão. Todas as análises estatísticas foram realizadas mediante emprego do software SISVAR.

Resultados e Discussão

A análise de variância evidenciou efeitos significativos ($P < 0,05$) dos níveis de adubação nitrogenada tanto para o teor foliar de N (TFN) quanto para o conteúdo de proteína bruta (CPB) nas espiguetas. Apenas o TFN foi influenciado significativamente pela inoculação de sementes com *A. brasilense* e pelos períodos de cultivo, entretanto, não houve ajuste da variável resposta aos modelos da regressão testados ($\hat{Y} = \bar{Y} = 28,70$). Ademais, nenhuma das características respondeu significativamente às interações duplas e tripla entre os fatores.

O fornecimento de 140 kg N ha⁻¹ às plantas de minimilho proporcionou um acréscimo médio significativo de 19,00% e 23,12% ao TNF e ao CPB, respectivamente, em relação aos tratamentos que não receberam o N (0,0 kg N ha⁻¹) (Tabela 1). Nesse contexto, vale ressaltar que, na ausência da adubação nitrogenada, os valores do TNF ficaram abaixo daqueles considerados apropriados para as plantas de milho (27,5 a 32,5 g kg⁻¹) (VAN-RAIJ et al., 1996), diferentemente do que ocorreu com a aplicação de N. Por sua vez, para os períodos de cultivo, evidenciou-se que na Safra de Verão de 2016/2107 ocorreu maior concentração do TFN, possivelmente em razão do melhor desenvolvimento da cultura em função das características climáticas mais favoráveis no período de Verão, o que tende a otimizar a absorção de nutrientes e o processo fotossintético das plantas. Em contrapartida, os períodos de cultivo não diferiram entre si para o CPB nas espiguetas (Tabela 1).

Tabela 1. Teor foliar de nitrogênio (TFN) e conteúdo de proteína bruta (CPB) em espiguetas comerciais de minimilho em função da adubação nitrogenada e dos períodos de cultivo, em Maringá, Noroeste do Paraná.

Adubação nitrogenada (kg N ha ⁻¹)	TFN (g kg ⁻¹) ¹	CPB (%) ¹
0,0	26,21 b	1,60b
140	31,19 a	1,97 a
Períodos de cultivo	TFN (g kg ⁻¹)	CPB(%)
Verão	29,81a	1,76a
Safrinha	27,58b	1,80 a
D. M. S. ²	0,94	0,07

¹Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ($P \leq 0,05$), pelo teste F. ²Diferença Mínima Significativa.

O incremento verificado para estas características em função da aplicação do fertilizante pode ser justificado pela participação do N como constituinte de pigmentos ativos, como as clorofilas, aumentando a atividade fotossintética vegetal, além disso, este macronutriente atua diretamente na composição de aminoácidos, que por sua vez formam as proteínas (MAATHUIS, 2009).

Conclusões

A adubação nitrogenada incrementou o teor foliar de N (TFN) e o conteúdo de proteína bruta (CPB) nas espiguetas de minimilho. Por sua vez, apenas o TFN foi influenciado pelos períodos de cultivos.

Agradecimentos

Ao CNPq, Fundação Araucária e a Universidade Estadual de Maringá pelo auxílio financeiro na forma de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC).

Referências

CONKLIN-BRITAIN, N.L.; DIERENFELD, E.S.; WRANGHAM, R.W.; NORCONK, M.; SILVER, S.C. Chemical protein analysis: a comparison of Kjeldahl crude protein and total ninhydrin protein from wild, tropical vegetation. **Journal of Chemical Ecology**, v.25, n.12, p.2601-2622, 1999.

MAATHUIS, Frans JM. Physiological functions of mineral macronutrients. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 12, p. 250-258, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. São Paulo: Potafós, ed.2, 1997. 319p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6ª ed. PortoAlegre: Artmed, 2017. 858p.

VAN-RAIJ, B.; CANTARELLA; H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).