

## **Eficiência No Uso De Nitrogênio Na Produção Forrageira Em Populações Tropicais De Milho<sup>1</sup>**

Leandro Lopes Cancellier<sup>1</sup>, Renzo Garcia Von Pinho<sup>1</sup>, Flávio Sérgio Afférr<sup>2</sup>, Eduardo Lopes Cancellier<sup>1</sup>, Luiz Paulo Miranda Pires<sup>1</sup> e Alex Camilo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, leandrocancellier@hotmail.com, renzo@dag.ufla.br, educancellier@gmail.com, luizpaulo\_vortex@hotmail.com, alexcamilo.agro@gmail.com. <sup>2</sup>Universidade Federal do Tocantins, flavio@uft.edu.br

**RESUMO** – Cultivares adaptadas às condições de estresse nitrogenado apresenta-se como uma opção ecologicamente sustentável para garantir maior produtividade em sistemas com baixa utilização de insumos, considerada ainda uma das maneiras mais eficientes para diminuir o custo de produção. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência no uso do nitrogênio de populações tropicais de milho visando a produção forrageira no Sul do Estado do Tocantins. Foram realizados dois experimentos, correspondendo a um nível de adubação nitrogenada (alta e baixa) instalados em 21/11/2009. Os tratamentos foram constituídos de 24 populações de milho e uma variedade comercial como testemunha. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com duas repetições, sendo avaliada massa verde total da planta e a eficiência no uso de nitrogênio na produção forrageira. Pela metodologia de Moll foi encontrado diferenças entre as populações quanto à eficiência no uso de nitrogênio, entretanto esta diferença não foi observada pela metodologia de Fischer. As populações 12-4, 1-3, 12-6, 12-5, 26-1, 15-2, 25-2 e 1-5 são consideradas eficientes no uso de nitrogênio. A seleção de genótipos de milho para a produção de forragem pode ser realizada pela metodologia de eficiência no uso de nitrogênio assim como na produção de grãos.

**Palavras-chave** - *Zea mays*, avaliação de genótipos, melhoramento vegetal, estresse abiótico.

### **Introdução**

No Brasil, grande parte da produção de milho é realizada por pequenos e médios agricultores e com algum tipo de estresse ambiental, acarretando baixas produtividades. Na região Norte as altas temperaturas, o baixo nível tecnológico dos produtores e principalmente a insuficiência de variedades adaptadas às condições de estresses abióticos são os motivos de apresentar baixas produtividades de grãos e forragem na região (CARVALHO e SOUZA, 2007; CANCELLIER et al., 2011), aliado a estes problemas têm-se ainda os altos custos dos fertilizantes nitrogenados e o baixo poder de compra por esses produtores, assim se justifica os esforços em obter cultivares com maior capacidade de aproveitamento deste recurso (SOARES et al., 2011) ou populações que podem servir como fonte de alelos de tolerância ao estresse em que foi imposto.

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado com o apoio financeiro da CAPES, CNPq e FAPEMIG

Genótipos com alta eficiência no uso de N são desejáveis na agricultura de baixos insumos e também na agricultura capitalizada. Isto porque os desperdícios e a escassez desse elemento mineral, que é o mais exigido pelas plantas, podem gerar problemas econômicos, ambientais, de saúde pública e de segurança alimentar (ROESCH et al., 2005).

O nitrogênio influencia a taxa de emergência, de expansão e duração da área foliar, assim atuando na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa bem como no uso eficiente desta e nos seus efeitos sobre a taxa fotossintética e a produção de biomassa seca, característica importante quando se pensa na produção de silagem de milho. Condições de deficiência de nitrogênio na planta resultaram em menor produção de clorofila e proteínas, que implicará em menor produção de fotoassimilados, e assim em menor conversão de massa verde. Desta maneira genótipos eficientes na utilização de nitrogênio têm maior capacidade de assimilar CO<sub>2</sub> e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior acúmulo de biomassa seca e maior rendimento de grãos de acordo com Jakelaitis et al. (2005).

O desenvolvimento de cultivares adaptados às condições de estresse nitrogenado apresenta-se como uma opção ecologicamente sustentável para garantir maior produtividade em sistemas agrícolas com baixa utilização de insumos (SOUZA et al., 2008) e tem sido buscado por diversos pesquisadores. Sendo que a seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio em programas de melhoramento é considerada, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção das culturas (MAJEROWICZ et al., 2002).

Além da redução de custos de produção, a obtenção de populações eficientes no uso de N podem proporcionar maior produção de forragem devido a melhor cobertura do solo, assim objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência no uso do nitrogênio de populações tropicais de milho da UFT visando a produção forrageira no Sul do Estado do Tocantins.

### **Material e Métodos**

Foram realizados dois experimentos, cada um correspondendo a um nível diferente de adubação nitrogenada em cobertura, sendo um experimento com baixo nível de N, correspondendo a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> e outro experimento com alto nível de N, correspondendo a 150 kg ha<sup>-1</sup>, sendo plantados em área experimental no município de Gurupi - TO, no dia 21 de novembro de 2009. Os tratamentos foram constituídos de 24 populações tropicais de milho (26-2, 12-5, 1-5, 12-3, 28-5, 11-3, 12-6, 35-5, 12-2, 32-3, 1-3, P.O., 12-4, 25-2, 10-6, 15-3, 26-1, 30-3, 15-2, 25-1, 10-1, 15-1, 25-5, 2-5) obtidas pelo programa de melhoramento de milho da UFT, sendo estas multiplicadas em campos isolados de cruzamento e uma variedade comercial como testemunha (BR 106).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com duas repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de quatro metros com espaçamento de 0,9 m entre linhas e considerada as duas linhas centrais de área útil.

A adubação de plantio foi realizada utilizando 600 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 4-14-8, correspondendo às doses de NPK, proporcionando totais de 24 e 174 kg ha<sup>-1</sup>, para os ambientes de baixo e alto N. A adubação de cobertura no experimento de alto N foi realizada no estágio de 4 folhas totalmente desenvolvidas utilizando-se como fonte a uréia.

Foi avaliado a massa verde total da planta quando as plantas se encontravam no estágio de grão farináceo (R5) e posteriormente foi obtido os índices de eficiência de uso de nitrogênio na produção de massa verde total (EUN) segundo metodologia de Fischer et al. (1983) obtido pela equação  $EUN = [Y_{a(-N)}/Y_{a(+N)}] \times [Y_{x(-N)}/Y_{x(+N)}]$  em que  $Y_{a(-N)}$  é a produção do genótipo “a” sob baixo N;  $Y_{a(+N)}$  é a produção do genótipo “a” sob alto N;  $Y_{x(-N)}$  é a produção média de todos os genótipos sob baixo N e  $Y_{x(+N)}$  é a produção média de todos os genótipos sob alto N.

Também avaliou-se a eficiência de uso de nitrogênio segundo metodologia de Moll et al. (1982) obtida pela equação  $EUN = Gw/Ns$  em que  $Gw$  é a massa de grãos e  $Ns$  é a massa de N aplicado no solo.

Obtidos os dados, foram realizadas análise de variância conjunta e aplicado o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade para as variáveis na ocorrência de diferenças significativas pelo teste F.

### **Resultados e Discussão**

A eficiência de uso de nitrogênio segundo Moll et al. (1982) apresentou uma média de 264,1 que indica que em cada kg de N aplicado no solo a planta de milho produz 264,1 kg de massa verde (Tabela 1). Quando comparamos os genótipos entre alto e baixo N, observamos que para todos os genótipos o ambiente baixo N apresenta-se superior, evidenciando que para melhorar a eficiência no uso de nitrogênio pode-se reduzir a adubação nitrogenada a níveis que ainda proporcionem produtividades satisfatórias (MAJEROWICZ et al., 2002; MÉDICI et al., 2004). Concordando com o presente estudo, Fernandes et al. (2005) e Cancellier et al. (2011) relatam o mesmo efeito com relação a produtividade de grãos avaliando híbridos comerciais e populações de milho respectivamente.

Gava et al. (2010) relatam que este mesmo efeito, afirmando que tal resposta ocorre devido ao maior fornecimento de nitrogênio prontamente disponível para a planta proporcionado pelas maiores doses de adubo aplicadas, porém devido essa maior

disponibilidade pode também ocorrer perdas por processos de volatilização, lixiviação e desnitrificação, o qual resulta em menor eficiência no uso de nitrogênio.

No ambiente de baixo N, dois grupos de médias foram formados, com 11 genótipos presente no grupo de maiores índices, indicando que os genótipos presentes no grupo de maiores índices são considerados os mais eficientes no uso do nitrogênio segundo a metodologia de Moll et al. (1982).

Estudando genótipos contrastantes quanto à eficiência de uso do nitrogênio, McCullough et al. (1994) observaram que o genótipo mais sensível à deficiência de N foi o que apresentou maior diferença entre os níveis de N. Tal efeito pode ser observado através do índice de Fischer et al. (1983) já que na obtenção do índice é levado em conta a diferença entre os ambientes alto e baixo N, onde nos menores índices estão as populações com maior sensibilidade a redução de nitrogênio aplicado.

Segundo a metodologia de eficiência no uso de nitrogênio proposto por Fischer et al. (1983) utilizado na produção de forragem, não foi possível identificar estatisticamente genótipos mais eficientes, porém o genótipos 26-2 apresentou-se 22,3% mais eficiente que a média deste índice (Tabela 1). Cancellier et al. (2011) não observaram diferenças entre os genótipos em relação a produção de grãos utilizando a metodologia de Fischer et al. (1983).

Os genótipos 12-6, 1-3, 12-5 e 1-5 apresentaram índices de Fischer et al. (1983) acima da média e mesmo não apresentando diferença das demais populações neste índice, apresentam também superioridade estatística no índice de Moll et al. (1982), sendo considerados genótipos eficientes no uso de nitrogênio disponível no solo para a produção forrageira.

### **Conclusões**

As populações 12-4, 1-3, 12-6, 12-5, 26-1, 15-2, 25-2 e 1-5 são consideradas eficientes no uso de nitrogênio.

A seleção de genótipos de milho para a produção de forragem pode ser realizada pela metodologia de eficiência no uso de nitrogênio assim como na produção de grãos.

### **Literatura Citada**

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTTO, M.A.; LEÃO, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 1, p. 139-148, 2011.

CARVALHO, H.W.L.; SOUZA, E.M. Ciclos de seleção de progênies de meios-irmãos do milho BR 5011 Sertanejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 6, p. 803-809, 2007.

GAVA, G.J.C.; OLIVEIRA, M.W.; SILVA, M.A.; JERONIMO, E.M.; CRUZ, J.C.S.; TRIVELIN, P.C.O. Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de <sup>15</sup>N-uréia. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 851-862, 2010.

FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.

FISCHER, K.S.; JOHNSON, E.C.; EDMEDS, G.O. Breeding and selection for drought in tropical maize. México: CIMMYT, 1983.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 1, p. 39-46, 2005.

MAJEROWICZ, N.; PEREIRA, J.M.S.; MEDICI, L.O.; BISON, O.; PEREIRA, M.B.; SANTOS JÚNIOR, U.M. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades locais e melhoradas de milho. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 2, p. 129-136, 2002.

McCULLOUGH, D.E.; IRARDIN, P.H.; MIHAJLOVIC, M.; AGUILERA, A. e TOLLENAAR, M. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of old and a new maize hybrid. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 74, p. 471-474, 1994.

MÉDICI, L.O.; PEREIRA, M.B.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Diallel analysis of maize lines with contrasting responses to applied nitrogen. *Journal of Agricultural Science*, v. 142, n. 5, p. 535-541, 2004.

MOLL, R.H.; KAMPRATH, E.J.; JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, v. 74, n. 3, p. 562-564, 1982.

ROESCH, L.F.; CAMARGO, F.; SELBACH, P.; SÁ, E.S.; PASSAGLIA, L. Identificação de cultivares de milho eficientes na absorção de nitrogênio e na associação com bactérias diazotróficas. *Ciência Rural*, v. 35, n. 4, p. 924-927, 2005.

SOARES, M.O.; MIRANDA, G.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MARRIEL, I.E.; GUIMARÃES, C.T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 168-174, 2011.

SOUZA, L.V.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; ECKERT, F.R.; MANTOVANI, E.E.; LIMA, R.O.; GUIMARÃES, L.J.M. Genetic control of grain yield and nitrogen use efficiency in tropical maize. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 11, p. 1517-1523, 2008.

**Tabela 1.** Valores médios da eficiência de uso de nitrogênio para produção de massa verde total segundo Moll et al. (1982) e Fischer et al. (1983) de 25 genótipos de milho em Alto e Baixo N em Gurupi – TO, safra 2009/2010.

| Genótipo | Moll     |           |          | Fischer |       |
|----------|----------|-----------|----------|---------|-------|
|          | Alto N   | Baixo N   | Média    | Índice  | %     |
| 26-2     | 256,5 aB | 1060,0 bA | 658,2 b  | 1,252 a | 122,3 |
| 12-5     | 330,0 aB | 1639,0 aA | 984,5 a  | 1,215 a | 118,7 |
| 1-5      | 336,0 aB | 1439,0 aA | 887,5 a  | 1,194 a | 116,6 |
| 12-3     | 263,0 aB | 1160,0 bA | 711,5 b  | 1,163 a | 113,6 |
| 28-5     | 245,0 aB | 1103,0 bA | 674,0 b  | 1,133 a | 110,7 |
| 11-3     | 251,5 aB | 1162,5 bA | 707,0 b  | 1,105 a | 107,9 |
| 12-6     | 348,0 aB | 1652,5 aA | 1000,2 a | 1,072 a | 104,7 |
| 35-5     | 240,5 aB | 1149,0 bA | 694,7 b  | 1,058 a | 103,3 |
| 12-2     | 276,0 aB | 1338,0 bA | 807,0 b  | 1,057 a | 103,2 |
| 32-3     | 244,0 aB | 1197,5 bA | 720,7 b  | 1,035 a | 101,1 |
| 1-3      | 319,5 aB | 1659,5 aA | 989,5 a  | 1,026 a | 100,2 |
| P.O.     | 239,0 aB | 1202,5 bA | 720,7 b  | 1,013 a | 98,9  |
| 12-4     | 324,0 aB | 1678,0 aA | 1001,0 a | 1,009 a | 98,6  |
| 25-2     | 282,0 aB | 1453,5 aA | 867,7 a  | 0,989 a | 96,6  |
| 10-6     | 242,0 aB | 1259,5 bA | 750,7 b  | 0,987 a | 96,4  |
| 15-3     | 227,0 aB | 1205,0 bA | 716,0 b  | 0,971 a | 94,8  |
| 26-1     | 289,0 aB | 1548,0 aA | 918,5 a  | 0,960 a | 93,8  |
| 30-3     | 248,5 aB | 1319,5 bA | 784,0 b  | 0,959 a | 93,7  |
| 15-2     | 287,5 aB | 1539,0 aA | 913,2 a  | 0,950 a | 92,8  |
| BR106    | 205,5 aB | 1389,5 aA | 797,5 b  | 0,944 a | 92,2  |
| 25-1     | 258,5 aB | 1402,5 aA | 830,5 b  | 0,941 a | 91,9  |
| 10-1     | 236,5 aB | 1293,0 bA | 764,7 b  | 0,936 a | 91,4  |
| 15-1     | 229,0 aB | 1263,5 bA | 746,2 b  | 0,932 a | 91,0  |
| 25-5     | 241,0 aB | 1420,0 aA | 830,5 b  | 0,858 a | 83,8  |
| 2-5      | 182,0 aB | 1105,5 bA | 643,7 b  | 0,835 a | 81,6  |
| Média    | 264,1 B  | 1345,5 A  | 804,7    | 1,020   | 100,0 |

Grupo de médias seguidas pela mesma letra, minúsculas para comparação na coluna e maiúsculas para comparação na linha não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.